

Salla Karkkonen

**KEISKINJÄRVEN FYSIKAALIS-KEMIALLINEN JA EKO-
LOGINEN TILA**

Selvitys kunnostussuunnitelmaa varten

**Opinnäytetyö
CENTRIA AMMATTIKORKEAKOULU
Kemiantekniikan koulutusohjelma
Tammikuu 2013**

TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

Yksikkö Tekniikka ja liiketalous, Kokkola-Pietarsaari	Aika Tammikuu 2013	Tekijä/tekijät Salla Karkkonen
Koulutusohjelma Kemiantekniikka		
Työn nimi KEISKINJÄRVEN FYSIKAALIS-KEMIALLINEN JA EKOLOGINEN TILA. Selvitys kunnostussuunnitelmaa varten		
Työn ohjaaja Jana Holm		Sivumäärä 53 + 3 liitettä
Työelämäohjaaja Juhani Hannila		
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Keiskinjärven fysikaalis-kemiallinen ja ekologinen tila sekä kerätä tietoa kunnostussuunnitelmaa varten. Työn aikana tutkittiin Keiskinjärven ja järveen laskevien ojien vedenlaatua, linnustoa, kalastoa, kasvillisuutta, valuma-alueen maankäyttöä sekä Kälviän vanhan kaatopaikan vaikutusta Keiskinjärven vedenlaatuun. Keiskinjärvellä tehtiin syvyysmittauksia, joissa mitattiin veden syvyyttä ja pohjasedimentin paksuutta. Lisäksi selvitettiin erilaisia kunnostusmenetelmiä ja pohdittiin niiden soveltuvuutta Keiskinjärven kunnostukseen.</p> <p>Keiskinjärvestä ja valuma-alueen ojista otettiin vesinäytteitä kesän 2012 aikana. Näytteistä tutkittiin metallipitoisuuksia, rehevöitymistä aiheuttavia tekijöitä, pH:ta sekä happipitoisuutta. Vesinäytteet analysoi auktorisoitu laboratorio. Vesinäytteiden tulosten perusteella laskettiin Keiskinjärven virkistyskäyttöluku, joka kertoi järven virkistyskäyttöluokan.</p> <p>Keiskinjärven kalastoa selvitettiin kahden koekalastuksen avulla. Keiskinjärven kalasto on särkikalavaltaista. Keiskinjärvi on melko hyvä lintujärvi. Keiskinjärvi on rehevöitynyt, ja sen vesi on rauta- ja humuspitoista.</p> <p>Työ tehtiin Centria ammattikorkeakoululle. Työn toimeksiantajana oli Kokkolan kaupungin ympäristöpalvelut. Työ toteutettiin 2.5.–30.11.2012.</p>		
Asiasanat rehevöityminen, valuma-alueet, vedenlaatu, vesistöjen kunnostus		

ABSTRACT

UNIT Technology and Business, Kokkola-Pietarsaari	Date January 2013	Author Salla Karkkonen
Degree programme Chemical Engineering		
Name of thesis PHYSICAL-CHEMICAL AND ECOLOGICAL STATE OF LAKE KEISKINJÄRVI. Report for restoration plan.		
Instructor Jana Holm		Pages 53 + 3
Supervisor Juhani Hannila		
<p>The purpose of this thesis was to investigate the physical-chemical and ecological state of the lake Keiskinjärvi and to collect information for restoration. The information was gathered from water quality of the lake and catchment area, birds, ichthyofauna, vegetation, land use in the catchment area and the effect of the old landfill in Kälviä. The depth of the Keiskinjärvi and the thickness of the bottom sediment were measured. Also different kinds of methods for the restoration were investigated.</p> <p>Water samples were taken from Keiskinjärvi and ditches in the catchment area during summer 2012. Metals, phosphorus and nitrogen load, pH and oxygen level were analysed from the samples. Samples were analysed by an authorised laboratory. Based on the test result, the recreational use category was determined.</p> <p>The ichthyofauna of Keiskinjärvi was investigated with two exploratory fishings. The percentage of cyprinids was quite high in the lake. Keiskinjärvi is a good lake for hunting waterfowl. The lake is eutrophicated and the water is ferrous and humic.</p> <p>This thesis was made for Centria University of Applied Sciences. The committant was the Environmental Services of the City of Kokkola. The research was conducted between 2 May and 30 November 2012.</p>		

Key words

catchment area, eutrophication, water quality, water renovation

TIIVISTELMÄ
ABSTRACT

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 JÄRVIEN REHEVÖITYMINEN JA KUNNOSTUS	3
2.1 Rehevöityminen	3
2.2 Ulkoinen kuormitus	3
2.3 Miksi järviä kunnostetaan?	4
2.4 Kunnostussuunnitelman pohjatiedot	5
2.5 Laatu luokitus	5
2.6 Vesilaki	7
3 KUNNOSTUSMENETELMÄT	8
3.1 Hapetus	8
3.2 Ravintoketjukunnostus	9
3.3 Ruoppaus ja vesikasvien poisto	10
3.4 Vedenpinnan nosto	11
3.5 Kemiaalliset käsittelyt	12
3.6 Muut kunnostusmenetelmät	13
4 KEISKINJÄRVEN LÄHTÖTIEDOT	15
5 MENETELMÄT	17
5.1 Valuma-alue	17
5.2 Veden ja pohjasedimentin syvyys	17
5.3 Vedenlaadun seuranta	19
5.4 Kalasto	21
5.5 Kasvillisuus	22
5.6 Laatu luokitus	22
6 TUTKIMUSTULOKSET	24
6.1 Valuma-alue	24
6.1.1 Kälviän vanha kaatopaikka	26
6.1.2 Kälviän kaatopaikan tarkkailutulosten vertailu	27
6.2 Veden syvyys	28
6.3 Pohjasedimentti	30
6.4 Hydrologiset tiedot	31
6.5 Vedenlaatu	33
6.5.1 Happi	34
6.5.2 pH ja sähkönjohtokyky	35
6.5.3 Ravinteet	35
6.5.4 Metallit	36
6.5.5 Kiintoaine, sameus ja kokonaisriikki	40
6.5.6 Biokemiallinen hapenkulutus	40
6.6 Kasvillisuus	41
6.7 Kalasto	42
6.8 Linnusto	43

6.9 Käyttöluokka	44
8 POHDINTA JA PÄÄTELMÄT	48
LÄHTEET	51
LIITTEET	
Liite 1/1–1/5. Keiskinjärven analyysitulokset	
Liite 2/1–2/3. Keiskinjärven koekalastusten tulokset	
Liite 3. Kälviän kaatopaikan havaintoasemien sijainti	
KUVIOT	
KUVIO 1. Keiskinjärven sijainti	15
KUVIO 2. Keiskinjärven syvyysmittausta	18
KUVIO 3. Veden syvyyden ja pohjasedimentin paksuuden mittauspisteet	19
KUVIO 4. Keiskinjärven näytteenottopisteet ja koekalastuspaikat	20
KUVIO 5. Keiskinjärven valuma-alueen maankäyttö	25
KUVIO 6. Keiskinjärven valuma-alue	26
KUVIO 7. Keiskinjärven syvyyskartta	28
KUVIO 8. Poikkileikkaus A-A Keiskinjärven veden syvyydestä	29
KUVIO 9. Havainnekuva Keiskinjärven poikkileikkauslinjoista	29
KUVIO 10. Keiskinjärven pohjasedimentin paksuus	30
KUVIO 11. Poikkileikkaus B-B, veden syvyys ja sedimentin paksuus	31
KUVIO 12. Valunta Kuikkisenojassa	32
KUVIO 13. Vesikasvillisuuden päävyöhykkeet	41
KUVIO 14. Havainnekuva Keiskinjärven kasvillisuudesta	42
KUVIO 15. Keiskinjärven tärkeimmät lintujen pesimäalueet	44
TAULUKOT	
TAULUKKO 1. Ensimmäinen koekalastus, verkko 1	22
TAULUKKO 2. Ensimmäinen koekalastus, verkko 2	22
TAULUKKO 3. Toisen koekalastuksen verkko	22
TAULUKKO 4. Kälviän kaatopaikan tarkkailutulosten vertailu	27
TAULUKKO 5. Metallipitoisuuksien vertailu raja-arvoihin	34
TAULUKKO 6. Happipitoisuus (mg/l) Keiskinjärven näytepisteissä	35
TAULUKKO 7. Rehevyystason määrittely typpi- ja fosforipitoisuuksien perusteella	36
TAULUKKO 8. Keiskinjärven linnusto 2011	43
TAULUKKO 9. Veden pääryhmän määrittely	44
TAULUKKO 10. Uinnin alaryhmämäärittely tutkituista parametreista	45
TAULUKKO 11. Virkistyskalastuksen alaryhmämäärittely tutkituista parametreista	45
TAULUKKO 12. Virkistyskäyttöluokan määrittely virkistyskäyttöluvun perusteella	46

1 JOHDANTO

Työn tarkoituksena on selvittää Keiskinjärven fysikaalis-kemiallinen ja ekologinen tila sekä tehdä tarvittavia selvityksiä kunnostussuunnitelmaa varten. Keiskinjärvi sijaitsee Keski-Pohjanmaalla, Kokkolassa. Keiskinjärvi on sen rannalla olevien vapaa-ajan asuntojen sekä vähäisen vakinaisen asutuksen virkistyskäytössä, vesilintujen metsästys on aktiivista syksyisin, ja jonkin verran esiintyy virkistyskalastusta.

Keiskinjärvi on rehevöitynyt, ja sen vesi on rauta- ja humuspitoista. Järvi sijaitsee happamien sulfaattimaiden alueella, mikä aiheuttaa ajoittain happamuusongelmia ja niistä johtuvia kalakuolemia. Keiskinjärven kunnostus on todennäköisesti ajankohtainen tulevaisuudessa. Kunnostusta varten tarvitaan pohjatietoja, joiden perusteella kunnostussuunnitelma tehdään. Tässä työssä on kerätty tietoja järven vedenlaadusta, linnustosta, kalastosta, kasvistosta sekä valuma-alueesta ja sen maankäytöstä. Lisäksi työssä esitellään erilaisia rehevöityneiden järvien kunnostusmenetelmiä ja käydään läpi veden laatuluokitukseen liittyviä asioita.

Rehevöityneille järville on useita eri kunnostusmenetelmiä, esimerkiksi ruoppaus, vesikasvien poisto sekä vedenpinnan nosto. Kunnostusmenetelmä valitaan kunnostettavan kohteen mukaan. Usein myös vaaditaan usean eri kunnostusmenetelmän yhdistämistä tai useampi toisto, jotta saadaan aikaan haluttuja tuloksia. On kuitenkin muistettava, että luonnostaan humuspitoista järveä ei saada muutettua kirkasvetiseksi ja karuksi järveksi kunnostusten avulla. Kunnostussuunnitelma tulee tehdä huolella, ja kunnostus vaatii myös jälkiseuranta, jotta varmistutaan kunnostustoimenpiteiden toimivuudesta. Useimmat kunnostusmenetelmät vaativat ympäristöviranomaisten luvan.

Keiskinjärvestä otettiin vesinäytteitä sekä mitattiin pH:ta ja sähkönjohtokykyä kesän 2012 aikana. Vesinäytteet otettiin joka kuukausi touko–elokuun välisenä aikana ja ne lähetettiin tutkittavaksi auktorisoituun laboratorioon Jyväskylään. Näytteenottojen välissä käytiin seuraamassa pH:ta ja sähkönjohtokykyä sekä järvestä että siihen laskevissa ojissa ja myös järvestä mereen päin laskevalla purolla. Näiden mittausten ja näytteenottojen avulla saatiin kokonaiskuva järven vedenlaadusta.

Keiskinjärvellä suoritettiin myös kaksi koekalastusta, jotta saatiin selville järvessä esiintyvien kalojen laji- ja kokojakauma. Lisäksi kerättiin tietoja järven linnustosta vuonna 2011 tehdyn linnustolaskennan perusteella. Järven yleisimmät vesikasvilajit tunnistettiin ja niistä tehtiin suuntaa antava kasvillisuuskartta.

Työn lopussa on yhteenveto Keiskinjärvestä kerätyistä tiedoista ja näytteenotoista saaduista tuloksista. Lisäksi pohditaan soveltuvimpia menetelmiä mahdolliselle tulevalle kunnostukselle.

2 JÄRVIEN REHEVÖITYMINEN JA KUNNOSTUS

2.1 Rehevöityminen

Järvissä tapahtuu aina luontaisesti hidasta muutosta. Tätä järvissä tapahtuvaa muutosprosessia voi kuitenkin nopeuttaa ihmisten toiminnan aiheuttama ravinnekuormituksen kasvu. Kuormitus voi olla ulkoista, jolloin valuma-alueelta kulkeutuu järveen ravinteita, tai sisäistä, jolloin pohjaan sedimentoituneen eloperäisen aineksen sisältämät ravinteet pääsevät liukenemaan järveen. Järven rehevöitymisen syynä on usein ihmistoiminnan seurauksena vesistöön joutunut suuri typpi- ja fosforikuormitus. Järven valuma-alueella sijaitseva asutus, teollisuus sekä maa- ja metsätalous voivat moninkertaistaa järven ravinnemäärän. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 10.)

Rehevöitymisen seurauksena ranta- ja vesikasvillisuus lisääntyvät, koska typpi ja fosfori ovat vesikasvillisuuden tärkeimmät ravinteet. Myös kalasto muuttuu särkikalavaltaiseksi, koska särkikalat voivat käyttää ravintonaan vesikasveja ja sinilevää ja ne myös sietävät paremmin heikentynyttä veden laatua. Rehevöityneissä ja matalissa järvissä voidaan havaita kalakuolemia, jos happi loppuu hajotustoiminnan lisääntyessä. Muita rehevöitymisestä kertovia merkkejä ovat esimerkiksi leväkasvuston lisääntyminen ja pahimmillaan leväkukinnat, vesisammaleen lisääntyminen, lajiston muuttuminen, hajuhaitat sekä kalaverkkojen ja rantakivien limoittuminen. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 10.)

2.2 Ulkoinen kuormitus

Järvien kunnostushankkeiden yhteydessä on pyrittävä selvittämään valuma-alueelta tuleva kuormitus. Mikäli kuormitusta tulee runsaasti, se kumoaa nopeasti järvelle tehdyt kunnostustoimenpiteet. Valuma-alueen hajakuormituslähteitä ovat luonnonhuuhtouma ja laskeuma, peltoviljely, karjatalous, turkistarhaus, metsätalous, turvetuotanto, haja- ja vapaa-ajan asutus sekä esimerkiksi teollisuuden tai kaatopaikan aiheuttama pistemäinen kuormitus. (Ulvi & Lakso 2005, 137.)

Luonnonhuuhtouman aiheuttama kuormitus vaihtelee huomattavasti ja on suurimmillaan alueilla, joissa maaperä koostuu ravinteikkaasta hiesusta ja maaperä on kalteva. Laskeumaa tulee järviin eniten teollisuuslaitosten ja kaupunkien lähistöllä. (Ulvi & Lakso 2005, 140.)

Peltoviljelystä tuleva kuormitus koostuu useasta eri tekijästä. Eroosio aiheuttaa kiintoainekuormitusta, jonka mukana kulkeutuu ravinnekuormitusta. Eroosion määrä vaihtelee pellon maalajin, kaltevuuden ja kasvillisuuden mukaan. Siltipitoisilla mailla eroosio on yleensä voimakkainta. Myös metsätalouden vuoksi järveen tulee huuhtoumaa, jota aiheuttavat ojitus, lannoitus, avohakkuut ja maanpinnan käsittely avohakkuun jälkeen. Suurimmat vaikutukset metsätaloudesta aiheutuvat latvavesistöille ja pienille lammille, joiden valuma-alueesta valtaosa on metsää. (Ulvi & Lakso 2005, 140–141.) Maaperän laadulla on suuri merkitys kuormituksen määrään. Happamat sulfaattimaat ovat yleisiä Suomen rannikkoalueilla. Tällaisen maaperän käsittely voi aiheuttaa suuria paikallisia vaikutuksia pienissä vesistöissä. Kun pohjaveden pinta laskee esimerkiksi maankohoamisen tai ojituksen myötä, maaperä altistuu hapettumiselle ja sitä kautta happamoitumiselle. Tämä voi aiheuttaa veden pH:n laskua, joka vaikuttaa metallien liukoisuuteen ja sitä kautta voi pahimmillaan aiheuttaa kalakuolemia. (Geologian tutkimuskeskus 2012.)

Kuormitus, jonka karjatalous aiheuttaa, koostuu maitohuoneen jätevesistä sekä lannan ja virtsan käsittelystä, varastoinnista ja hyödyntämisestä lannoitteena. Kuormitusta voidaan alentaa varmistamalla lantaloiden tiiviys ja levittämällä lantaa ainoastaan sulaan maahan kasvukauden alussa. Haja- ja vapaa-ajanasutus voivat aiheuttaa merkittävää vesistöjen rehevöitymistä. Fosfori, joka tulee asutuksen jätevesistä, on pääosin liukoisessa muodossa, ja näin ollen kasvit ja levät voivat suoraan käyttää sitä ravinteena. (Ulvi & Lakso 2005, 141–142.)

2.3 Miksi järviä kunnostetaan?

Kunnostustoimenpiteiden tarkoituksena on hidastaa esimerkiksi ihmisten toimien aiheuttamaa järvien rehevöitymistä tai umpeenkasvamista, mutta kunnostuksen tarkoitus ei ole kokonaan pysäyttää luontaista kehitystä (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 10). Suurimaksi ongelmaksi yksittäisen ihmisen kannalta muodostuu usein järven virkistyskäytön vaikeutuminen. Uinti, kalastus tai veneily voi vaikeutua runsaan kasvillisuuden tai mata-

luuden vuoksi. Järveen laskevien ojien läheisyydessä haitat ovat usein suurimpia, koska niissä ravinteiden ja valuma-alueelta huuhtoutuneen kiintoaineen vaikutus on suurin. Näiden umpeen kasvaneiden ja matalien järvien kunnostustarvetta määritettäessä arvioidaan, kuinka suurelta alueelta vesikasveja tulisi poistaa, tarvitaanko pohjasedimentin ruoppausta tai kuinka paljon vedenpintaa voidaan nostaa. (Ulvi & Lakso 2005, 64.)

2.4 Kunnostussuunnitelman pohjatiedot

Järvestä muodostettavaa kokonaiskuvaa varten tarvitaan tietoja esimerkiksi valuma-alueen koosta ja maankäytöstä sekä fysikaalis-kemiallisesta vedenlaadusta. Lisäksi ovat tarpeellisia järven pinta-ala- ja tilavuustiedot ja hydrologiset perustiedot. Järven kunnostusta suunniteltaessa on hydrologiasta tiedettävä tulevat ja lähtevät vesimäärät. Tulovirtaamaa voidaan arvioida valuma-alueen pinta-alan ja keskimääräisten valumatietojen tai sademäärän avulla. Nämä tiedot yhdessä vaikuttavat kunnostuksen tavoitteiden asetteluun. Lisäksi valuma-alueelta tuleva vesistöön kohdistuva kuormitus on oleellinen tieto tavoitteita määritettäessä. Selvityksen perusteella voidaan yksilöidä järven tilaa heikentävät tekijät, joihin voidaan vaikuttaa kohtuullisin kustannuksin. (Ulvi & Lakso 2005, 78–79.)

Kunnostussuunnitelmaan tulisi myös kirjata kunnostukselle asetetut tavoitteet, suunnitellut toimenpiteet ja niiden vaikutusten arviointi. Tavoitteet tulee asettaa realistisesti ja ottaa huomioon kunnostettavan järven erityispiirteet. Kunnostusta varten tarvitaan myös lupa vesialueen omistajilta, ranta-alueiden maanomistajilta sekä mahdollisesti myös ympäristöviranomaisilta. Vesilain tarkoittama lupavelvollisuus onkin syytä selvittää etukäteen. Huolellisesti suunniteltu kunnostus vaatii myös kustannusarvion ja rahoitussuunnitelman, eikä pidä unohtaa myöskään järven jälkihoitoa ja kunnostuksen vaikutusten seurantaa. (Sarvinna & Sammalkorpi 2010, 37.)

2.5 Laatuluokitus

Suomessa on vuodesta 2008 lähtien tehty vesimuodostumien laatuluokitusta ekologisen ja kemiallisen tilan perusteella. Luokittelujärjestelmä on laadittu EU:n vesipolitiikan puitedirektiivin ja sitä toteuttavan suomalaisen lainsäädännön mukaiseksi. Luokitteluperusteet

ovat yhteiset EU:n sisällä, ja niissä arvioidaan ihmistoiminnan vaikutus vesieliöistöön. Ekologisen tilan luokittelukriteerit on laadittu ympäristöhallinnon tutkijoiden, vesien käyttäjien ja muiden eturyhmien kesken ja raportoitu EU:lle vuoden 2010 alussa. Tällä hetkellä uuden luokittelun perusteella Suomen järvistä on luokiteltu noin kolmannes ja jokimuodostumista noin puolet. Pienimpiä kohteita ei ole voitu luokitella niiden suuren määrän ja puuttuvien tietojen vuoksi. (Suomen ympäristökeskus 2012a.)

Veden fysikaalis-kemialliset ja hydrologis-morfologiset tekijät eivät voi yksin määrätä veden ekologista luokkaa, vaan ne ovat sitä tukevia suureita. Nämä tekijät otetaan huomioon vaikutusten arvioinnissa. Ekologisen laatuluokituksen eri luokkarajat tulevat vielä muuttumaan tiedon karttuessa, koska esimerkiksi fysikaalis-kemiallisten muuttujien suhdetta biologisiin muuttujiin ja niiden mukaisiin ympäristötavoitteisiin ei tunneta riittävän hyvin. (Vuori, Mitikka & Vuoristo 2009, 12.)

Suomessa pintavedet on luokiteltu aikaisemmin yleisen käyttökelpoisuusluokituksen mukaan. Nämä vesi- ja ympäristöhallituksen määrittelemät laatuluokitukset on otettu käyttöön vuonna 1988 ja niissä luokitukset on tehty ihmisten tarpeiden pohjalta. Virkistyskäyttöä, vedenhankintaa ja kalavesiä varten on laadittu omat laatuluokitukset. Niin sanottu yleisluokitus on tehty koko maan vesistöjen luontaisten ominaisuuksien ja likaantumistasen ja alueellisten erojen arvioimiseksi. (Suomen ympäristökeskus 2012a; Vesi- ja ympäristöhallitus 1988, 9.)

Vanhat luokitukset on laadittu järvien, jokien ja rannikkovesien luokittamiseen. Parhaiten ne kuitenkin soveltuvat järvien käyttökelpoisuuden arvioimiseen. Vesien yleisluokitus soveltuu lähinnä yleisinformaatioksi vesistöistä, ja sen avulla voidaan esittää laajoja alueita käsittäviä yhteenvetoja. Käyttömuotokohtaisia luokituksia taas voidaan käyttää apuna esimerkiksi valvonnassa ja vesien tilan arvioinnissa. (Vesi- ja ympäristöhallitus 1988, 10.)

Virkistyskäyttöluokituksessa käytetyt suureet on valittu virkistyskäyttömuotojen ja tällaiseen käyttöön vaikuttavien terveydellisten, esteettisten ja luonnontaloudellisten tekijöiden perusteella. Terveydellisten ominaisuuksien arvioinnissa tarkastellaan veden hygieenisyyden ilmentäjiä (esimerkiksi fekaaliset koliformiset bakteerit tai fekaaliset streptokokit) sekä kalojen elohopeapitoisuutta. Esteettisten ominaisuuksien arviointiin käytetään veden väriä, rehevöitymisastetta, hajua ja makua, sameutta sekä pinnalla kelluvia aineita, öljyjä ja öljy-

mäisiä aineita. Luonnontaloudelliset tekijät vaikuttavat joko välillisesti tai välittömästi vesistön virkistyskäyttökelpoisuuteen. Ne kuvaavat vesistöjen muuttumista ravintoketjussa tai happitilanteessa tapahtuvien muutosten avulla. (Vesi- ja ympäristöhallitus 1988, 12.)

Järvien luokituksessa tulisi käyttää vähintään kolmen vuoden tarkastelujaksoa, jotta tulokset ovat riittävän luotettavia. Kuitenkin poikkeustapauksissa luokitus voidaan tehdä yhden vuoden tulosten perusteella, jolloin tulee olla vähintään 4–6 näytteenottokerran tiedot. (Vesi- ja ympäristöhallitus 1988, 19.)

2.6 Vesilaki

Vuoden 2012 alusta tuli voimaan uusi vesilaki (587/2011), jonka tarkoituksena on turvata vesivarojen ja vesiympäristön ekologinen, taloudellinen ja yhteiskunnallinen kestävä käyttö sekä ehkäistä käytöstä koituvia haittoja ja parantaa vesivarojen ja ympäristön tilaa. Uusi laki korvasi kokonaisuudessaan vanhan, noin 50 vuotta voimassa olleen lain (Ympäristöministeriö 2012a). Vesilaki säätelee esimerkiksi yleisiä oikeuksia, velvollisuuksia ja rajoituksia vesialueella, ojitusta, vedenottoa ja vedenkorkeuden muuttamista. (Ympäristöministeriö 2012b.)

Yksi uuden vesilain mukaisia keskeisistä muutoksista on esimerkiksi vesistöjen määritelmien muuttuminen, eli osa noroista muuttuu puroiksi, ja puroja muuttuu jokivesistöiksi. Tämä tarkoittaa sitä, että jatkossa entistä pienemmät hankkeet tarvitsevat luvan. Esimerkiksi lupa tarvitaan aina puron uoman luonnontilaa vaarantaviin vesitaloushankkeisiin. Vesilaissa tulee voimaan myös omat erityissäännökset vedenpinnan pysyvälle nostamiselle, joka puolestaan helpottaa vesistöjen kunnostusta. Jatkossa myös yli 500 m³:n ruoppaukset edellyttävät lupaa aluehallintovirastolta (AVI). Jos ruoppaus on alle 500 m³, siitä tulee tehdä ilmoitus elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle (ELY). (Ympäristöministeriö 2012b.)

3 KUNNOSTUSMENETELMÄT

Järviä voidaan kunnostaa monella eri menetelmällä. Suomessa yleisimmin käytettyjä menetelmiä ovat vedenpinnan nostaminen ja vesikasvien niitto. Ruoppauksella poistetaan huonokuntoista sedimenttiä ja pohjasta vapautuvien ravinteiden määrää on pyritty vähentämään hapetuksella. Joissakin tapauksissa voidaan käyttää kemikaaleja parantamaan veden laatua ja sedimentin fosforinpidätyskykyä. Ravintoketjukunnostusta voidaan käyttää rehevöityneille järville, joissa särkikalojen osuutta kalastosta pitää vähentää. (Ulvi & Lakso 2005, 10.)

Kunnostustoimenpiteistä tulisi valita kyseiselle järvelle sopivimmat vaihtoehdot ja kunnostuksen tavoitteet tulee asettaa realistisiksi. Esimerkiksi luonnostaan humuspitoista järveä ei saada kunnostuksella muutettua karuksi ja kirkasvetiseksi järveksi. Kunnostustoimenpiteitä voidaan kohdistaa sekä järveen että valuma-alueelle, mutta valuma-alueella tehtävät vesiensuojelutoimenpiteet eivät käsitteenä sisälly järven kunnostamiseen (Ulvi & Lakso 2005, 9). Yleensä näiden toimenpiteiden yhdistäminen tuo parhaimman lopputuloksen. Järven omaehtoiseen kunnostukseen voi pyytää neuvoja esimerkiksi kuntien ympäristöviranomaisilta, alueelliselta ympäristökeskukselta, luonnonsuojeluyhdistyksiltä tai kunnostuskonsulteilta. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010.)

3.1 Hapetus

Hapetusta käytetään esimerkiksi silloin, kun halutaan elvyttää alusveden ja pohjan aerobista hajotus- ja kulutustoimintaa, turvata kalojen ja niiden ravintoeläinten edellytyksiä elää, estää haitallisten tai myrkyllisten yhdisteiden syntymistä tai vähentää fosforin sisäistä kuormitusta (Ulvi & Lakso 2005, 153). Erityisesti pieniin, reheviin ja mataliin järviin saattaa tulla kevättalvella happikato, joka aiheuttaa kalakuolemia. Tällöin niin sanottu hätäilmastus voi lieventää tilannetta niin, että edes osa kalakannasta selviää talven yli. Jos petokalakannat ovat kuitenkin ehtineet jo romahtaa, alusveden hapetus suosii vain särkikalakantoja, joiden runsas määrä lisää veden laadun heikentymistä. (Suomen ympäristökeskus 2011a.)

Järven hapettamista voidaan siis käyttää sisäisen kuormituksen vähentämiseksi. Tämä ei kuitenkaan ole ainoa keino, vaan sitä voidaan käyttää yhdessä esimerkiksi hoitokalastuksen kanssa. (Ulvi & Lakso 2005, 151.) Myös leväkukintoihin liittyvä pH:n nousu ja särkikalat lisäävät fosforin vapautumista, joten happikadon esiintyminen ei aina merkitse hapetustarvetta (Suomen ympäristökeskus 2011a).

3.2 Ravintoketjukurkennostus

Koekalastuksella voidaan selvittää järvessä esiintyvät kalalajit sekä niiden ikäjakauma. Tuloksista voidaan myös arvioida, pitääkö järvessä tehdä hoitokalastuksia, ja mihin lajeihin hoitokalastus kohdistetaan. Koekalastuksiin suositetaan käytettäväksi Nordic-yleiskatsausverkkoja, joissa on 12 eri solmuväliä. Ne ovat 1,5 metriä korkea ja 30 metriä pitkiä. Verkot on valmistettu niin, että niillä voidaan pyydystää kaiken kokoisia kaloja. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 28.)

Ennen näytteenottoa tulee valita pyyntipaikat. Paras tapa tähän on satunnaisotanta. Pyyntivesistö jaetaan ruutuihin ja näistä arvotaan verkkopaikat. Näin toimimalla voidaan välttää tulosten vääristyminen eikä esimerkiksi verkkoja lasketa tiedostamatta niin sanottuihin hyviin kalapaikkoihin. Isommat järvet voidaan myös jakaa ensin osa-alueisiin ja näistä osaluista arvotaan erikseen pyyntipaikat. Syvissä järvissä osa-aluejakoa voidaan käyttää myös syvyysuunnassa. (Böhling & Rahikainen 1999, 152–154.)

Yleisin toimenpide ravintoketjukurkennostuksessa on särkikalojen ja pienten ahventen poistopyynti. Vaikutusta voidaan vielä tehostaa voimistamalla petokalakantoja. Termiä tehokalastus käytetään, kun toiminnalla tavoitellaan muutosta kalakantoihin. Hoitokalastus taas tarkoittaa tilannetta, jossa esimerkiksi kunnostuksen jälkeen halutaan ylläpitää hyvää tilannetta. (Ulvi & Lakso 2005, 171–172.) Teho- tai hoitokalastus voi olla tarpeen esimerkiksi silloin, jos järveen tulevaa ulkoista kuormitusta on vähennetty, mutta järven tila ei ole parantunut, järvessä on runsaasti särkikalaja ja petokalojen osuus koekalastuksen saaliista on alle viidennes tai fosforipitoisuus järvessä on keväällä 30–50 µg/l, mutta kesän aikana pitoisuus kasvaa selvästi. Tehokalastusta ei kannata aloittaa kuitenkaan, jos veden fosforipitoisuus on jatkuvasti yli 100 µg/l eikä päätöstä ulkoisen kuormituksen vähentämisestä ole

tehty. Tällöin vaikutukset jäävät hyvin pieniksi tai ohimeneviksi. (Sarvilinna & Sammal-korpi 2010, 51.)

Tehokalastus tulee suunnitella huolellisesti, jotta saadaan toivottuja tuloksia. Saalistavoite riippuu järven pinta-alasta ja fosforipitoisuudesta. Jos fosforipitoisuus on esimerkiksi alle 50 µg/l, saalistavoitteeksi riittää noin 50–100 kg/ha vuodessa. Tehokalastus ei ole vain kertaluontoinen toimenpide, vaan sitä on varauduttava jatkamaan kolme vuotta tai enemmän. Saaliit voivat muodostua suuriksi, joten niiden vastaanotto- ja loppusijoituspaikka on syytä suunnitella etukäteen. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 52–53.)

3.3 Ruoppaus ja vesikasvien poisto

Ruoppaus on yleisesti käytetty kunnostustoimenpide reheville, matalille järville. Sen avulla voidaan lisätä järven virkistyskäyttöarvoa. (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus 2008.) Laajat, koko järven kattavat ruoppauskunnostukset ovat harvinaisia niiden suhteellisen korkeiden kustannusten vuoksi. Laajojen kunnostusruoppauksien tarkoituksena on järven kokonaistilan parantaminen. Ruoppaus poistaa vesikasvit juurinen, mikä hidastaa merkittävästi niiden uudelleenkasvua samalle paikalle. Myös järven tilavuus ja syvyys voivat lisääntyä ruoppauksen myötä. (Ulvi & Lakso 2005, 213.)

Ruoppausmenetelmistä yleisimpiä ovat kauharuoppaus ja imuruoppaus. Kauharuoppaus soveltuu hyvin erilaisille ruoppausmassoille lukuun ottamatta erittäin vesipitoista liejua. Kauharuoppauksen tekeminen maalta soveltuu pieniin ruoppaushankkeisiin, kuten rantojen kunnostukseen. Suuremmat ruoppaustyöt tehdään yleensä talvella jään päältä, mutta tämä vaatii riittävää jään paksuutta. Imuruoppaus soveltuu löyhille ja hienojakoisille sedimenteille, joiden poistaminen kaivamalla on vaikeaa. Lähtökustannukset imuruoppauksessa ovat suuremmat kuin kauharuoppauksessa, joten sitä kannattaa käyttää vain suurissa hankkeissa. Imuruoppauksessa poistettava sedimentti imetään ruoppaajaan ja pumpataan putkistoa pitkin läjitysalueelle. Imuruoppaus vaatii laajan läjitysalueen, yleensä sen on oltava noin kolme kertaa ruopattavan alueen kokoinen. (Ulvi & Lakso 2005, 213–216.)

Ruoppauksesta tulevien massojen kokonaismäärä muodostuu helposti suureksi. Keskimäärin ruoppausmassoja tulee matalasta, rehevöityneestä järvestä yksi kuutio yhtä ruopattavaa

neliömetriä kohden. Massoille pitää olla varattuna läjitysalue riittävän kaukaa rannasta, jotta ne eivät valu takaisin veteen. Joissakin tapauksissa massoja voidaan hyödyntää pelto-
viljelyssä, viherrakentamisessa tai maisemointitöissä. Ennen hyötykäyttöä on kuitenkin
varmistuttava pohjasedimentin soveltuvuudesta. (Ulvi & Lakso 2005, 217–220.)

Järven virkistys- ja maisema-arvoja voidaan parantaa poistamalla runsasta vesikasvillisuutta
ruoppauksen lisäksi niittämällä, pohjan harauksella, raivausnuotalla tai peittämällä kas-
vualusta esimerkiksi suodatinkankaalla. Niittäminen soveltuu hyvin ilmaversoisille kas-
veille, kuten esimerkiksi kaislalle ja kortteelle. Kelluslehtisillä kasveilla, kuten ulpukka ja
lumme, on yleensä juuristossa tarpeeksi ravinteita uudelleenkasvuun, joten niiden niittämi-
nen tuo vaatimattomia tuloksia. Uposlehtiset kasvit, kuten vidat ja vesisammal, voivat li-
sääntyä kasvien palasista, joten niitä ei tule niittää. (Kaakkois-Suomen ympäristökeskus
2008.)

Monien kunnostettavien järvien kohdalla vesikasvillisuuden poisto nähdään tarpeellisenä
toimenpiteenä. Silloin kun kasvillisuudesta on haittaa vesiliikenteelle tai se peittää koko
järven pinnan tai uimarantoja, voi osittainen kasvillisuuden poisto olla perusteltua. Kasvit
ottavat ravinteensa pääasiassa pohjasedimentistä. Sedimentin ravinnevarastot ovatkin suu-
remmat kuin vedessä, eikä kasvien poistolla voida siihen kokonaisuutena vaikuttaa. Kasvil-
lisuuden laajamittainen poisto saattaa aiheuttaa jopa yllättäviä haittoja, koska se toimii
suodattimena maalta tuleville ravinteille. Kasvillisuus vaimentaa myös aallokon vaikutuk-
sia, jolloin pohja-aines ei kulkeudu niin helposti ulapalle ja sen myötä lisää happea kulut-
tavan orgaanisen aineksen kuormitusta. (Ulvi & Lakso 2005, 26–27.)

3.4 Vedenpinnan nosto

Vedenpinnan nostotarve kohdistuu yleensä alle 10 km²:n kokoisiin järviin, jotka ovat rehe-
vöityneitä ja matalia. Vedenpinnan nosto onkin sopiva kunnostusmenetelmä silloin, kun
järven mataluus rajoittaa käyttökelpoisuutta. Edellytyksenä kuitenkin on, että vedenpinnan
nostosta saatu hyöty on haittoja suurempi. Haittoina voivat olla muun muassa rantapeltojen
tai metsien vettyminen. Vedenpinnan nostolla pyritään ensisijaisesti lisäämään veden sy-
vyyttä. Samalla kuitenkin se vaikuttaa veden laatuun esimerkiksi kasvattamalla veden vii-
pymää järvestä tilavuuden kasvun myötä. Talvella jään alla olevan veden tilavuus kasvaa

yleensä suhteessa enemmän kuin kokonaistilavuus. Lisäksi aaltoilun aiheuttama pohjasedimentin sekoittava vaikutus vähenee. Vedennoston seurauksena ranta-alueita jää kuitenkin pysyvästi veden alle, mikä voi heikentää veden laatua tilapäisesti 1–3 vuoden ajan. Tätä voidaan vähentää raivaamalla etukäteen veden alle jäävät alueet orgaanisesta materiaalista. (Ulvi & Lakso 2005, 229, 235.)

Vedenpinnan nostaminen vaatii aina aluehallintoviraston luvan. Suunnittelu- ja lupaprosessit ovat pitkiä, jopa 5–10 vuotta. Vedenpinnan nosto toteutetaan yleensä patoamalla luusua eli alue, josta järvestä laskeva joki alkaa. Kiinteä pohjapato ei vaadi säännöstely- tai säätötoimenpiteitä normaalitilanteessa, mutta suunnittelussa tulee ottaa huomioon kalojen kulku padon yli sekä veneily. Suunnitteluvaiheessa tulee kerätä tietoa myös virtaamasta, vedenpinnan korkeudesta, vettymisalueista sekä maankäytöstä. (Ulvi & Lakso 2005, 230–231.) Vedenpinnan noston avulla voidaan saada talviaikaista happitilannetta parannettua, kun veden tilavuus kasvaa ja lisäksi virkistyskäytön mahdollisuudet paranevat (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 57).

3.5 Kemialliset käsittelyt

Järviä voidaan kunnostaa myös saostamalla veden ja pohjalietteen fosforia kemiallisilla yhdisteillä. Tämä toimenpide vähentää järven sisäistä kuormitusta eikä vaikuta ulkoiseen kuormitukseen, joten se sopii järville, joissa valuma-alueen kuormitus ei ole suuri. Lähtökohtana tuleekin olla tieto siitä, että rehevyyden syynä on fosforin herkkä vapautuminen sedimentistä alumiinin tai raudan vähyyden takia. (Sarvilinna ym. 2010, 58.) Kemiallisen käsittelyn tekeminen edellyttää asiantuntemusta, ja toimenpide vaatii vesilain mukaisen luvan. Etuna voidaan kuitenkin pitää nopeaa vaikutusta kohdejärvessä. (Suomen ympäristökeskus 2012b.)

Limnologisten tutkimusten mukaan järven fosforipitoisuus korreloi rehevyyden kanssa lähes suoraviivaisesti. Fosforipitoisuuden ollessa korkea myös typpi vaikuttaa järven rehevyyteen. Kuitenkin fosforin vähentäminen on tuloksellisempaa, koska fosforia on helppo saostaa ja menetelmät ovat tunnettuja. Fosforilla ei myöskään ole typen lailla varastoja ilmakehässä. (Ulvi & Lakso 2005, 193.)

Kemiallinen käsittely sopii voimakkaasti rehevöityneiden pienehköjen järvien kunnostukseen. Kemikaalina käytetään rauta- ja alumiiniyhdisteitä, joiden haittana on kuitenkin happamoittava vaikutus, joka voi aiheuttaa kala- ja rapukuolemia. Lisäksi kemiallisen käsittelyn vaikutus on usein lyhytaikainen. (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 58.)

Ennen kuin järvessä olevaa fosforia aletaan saostaa, tulee varmistaa menetelmän soveltuvuus kyseiseen kohteeseen. Jos järveen tulee runsaasti ulkoista kuormitusta ja veden viipymä on lyhyt, ei saostamiseen kannata ryhtyä. Parhaat tulokset fosforin kemiallisessa saostamisessa saadaan järvissä, joissa on voimakas sisäinen kuormitus, jota ei voida tarpeeksi alhaisin kustannuksin muuten estää. Tulosten pysyvyyteen vaikuttaa kuitenkin myös veden viipymä järvessä. Mikäli viipymä on lyhyt, korvautuu vesi nopeasti uudella ravinnerikkaalla vedellä, jossa ei ole saostuskemikaaleja. (Ulvi & Lakso 2005, 193.)

Fosforin saostus ei ole kertaluonteisena menetelmänä riittävä toimenpide. Yleensä kemiallinen käsittely täytyy toistaa muutaman vuoden kuluttua, ellei ravinneruokkimista vähennetä myös muilla tavoilla. Fosforin saostamisen vaikutusten pysyvyys riippuu järven ominaisuuksista, käytetystä kemikaalista sekä annostuksesta. Lisäksi myös tässä kunnostustoimenpiteessä on syytä muistaa jälkiseuranta ja -hoito. (Ulvi & Lakso 2005, 194–196.)

3.6 Muut kunnostusmenetelmät

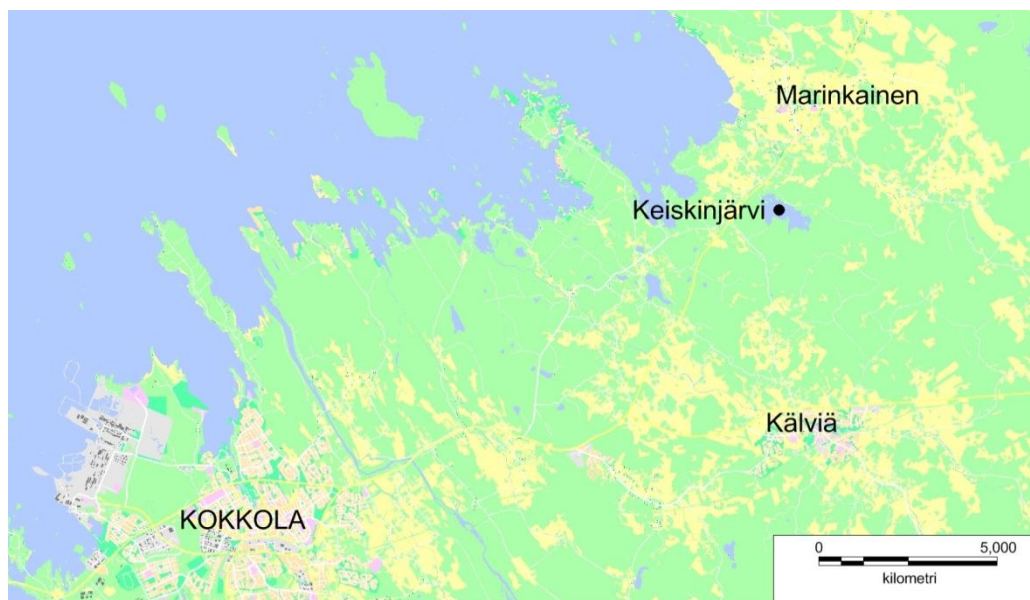
Järvien kunnostukseen on myös useita tutkimus- ja kehittyasteella olevia menetelmiä. Näitä menetelmiä ovat esimerkiksi järven tilapäinen kuivattaminen, kipsaus ja pohjasedimentin pöyhintä. Yhteistä näille menetelmille on vähäinen kokemus niiden onnistumisesta sekä kustannusten ja vaikutusten arvioinnin vaikeus. Järven tilapäinen kuivattaminen soveltuu järville, joissa sedimentin paksuus on suhteellisen suuri verrattuna vedensyvyyteen. Sedimentin tulee olla hienojakoista ja pehmeää ja sisältää runsaasti epäorgaanista ainetta. Kuivaamisen tarkoituksena on tiivistää ja kiinteyttää sedimenttiä, jolloin myös sen poistaminen kuivatyönä on helpompaa kuin perinteinen ruoppaus veden alta. Lisäksi pohjan kuivuminen vähentää vesikasvien määrää, ja sedimentin painuessa kasaan ja vesisyvyyden kasvaessa vesikasvien kasvualue supistuu. Järven tilapäinen kuivattaminen vaatii viranomaisten luvan. (Ulvi & Lakso 2005.)

Järven kipsaus on uusi menetelmä, jota ei ole käytännössä toteutettu kuin muutaman kerran. Saatujen tulosten perusteella se soveltuu parhaiten syviin ja pienehköihin järviin, joissa on sedimentin aiheuttama voimakas sisäinen kuormitus. Kipsaus on muita kunnostusmenetelmiä täydentävä. Kipsikäsittelyssä kipsi muodostaa sedimentin pintaan kerroksen, joka estää kaasukuplintaa sekä orgaanisen aineksen ja ravinteiden uudelleen liikkeelle lähdön riskiä. Lisäksi kipsikäsittely saostaa fosforia kemiallisesti ja vähentää sedimentissä tapahtuvaa hapen kulutusta. Lupamenettelyissä kipsikäsittely rinnastetaan muihin kemiallisiin käsittelyihin. (Ulvi & Lakso 2005.)

Sedimentin pöyhintä on vasta kehitysasteella oleva kunnostusmenetelmä. Tämän vuoksi kaikki siihen liittyvät mekanismit eivät ole vielä täysin selvillä. Nykyisen käsityksen mukaan pöyhintä soveltuu melko matalien ja pienehköjen järvien kunnostukseen. Pöyhinnän tarkoitus on parantaa sedimentin tilaa alentamalla sen kuormitusta järveen. Vaikutukset perustuvat sedimentin pintakerroksen laimentamiseen sekoittamalla, huonoimman osan anaerobisten hajotusprosessien nopeuttamiseen ja sinileväkukintojen vähentämiseen hautamalla leväsoluja sedimenttiin. (Ulvi & Lakso 2005, 327, 331.)

4 KEISKINJÄRVEN LÄHTÖTIEDOT

Keiskinjärvi sijaitsee Keski-Pohjanmaalla, Kokkolassa, Marinkaisen kylässä (KUVIO 1). Kokkolan keskustaan järveltä on noin 17 kilometriä. Keiskinjärven pinta-ala on 0,73 km², ja sen rantaviivan pituus on 7,5 kilometriä. Korkeustaso Keiskinjärvellä on +6,80 (N60). Vesialueen omistaa Kälviän-Ullavan osakaskunta, jolle kuuluu myös järven kalastusoikeus. Järven ympärillä on noin kolmekymmentä rantaan rajoittuvaa kiinteistöä ja noin kymmenen vakinaiseen asumiseen käytettyä tai vapaa-ajan asuntoa. (Kokkolan kaupunki 2012a.)



KUVIO 1. Keiskinjärven sijainti

Keiskinjärvi on rehevä ja osittain umpeenkasvanut. Vesi on humus- ja rautapitoista, ja erityisesti loppukesästä näkösyvyys on heikko. Ajoittain järvessä esiintyy happamuutta, joka ilmenee äkillisenä veden kirkastumisena ja kalakuolemina.

Keiskinjärven rannalla olevien vapaa-ajan asuntojen omistajien mukaan viimeisen kymmenen vuoden aikana on Keiskinjärvi muuttunut arviolta kaksi kertaa kirkasvetiseksi ja samaan aikaan on ollut kalakuolemia. Tämä viittaisi siihen, että Keiskinjärven veden pH-pitoisuus on laskenut äkillisesti. Asukkaiden mukaan myös viimeisen parin vuoden aikana

järvi on kasvanut umpeen nopeammin kuin aikaisemmin. Leväkukinnoista ei ole ollut havaintoja kesän 2012 aikana.

Keiskinjärven virkistyskäyttö on pääasiallisesti metsästystä, veneilyä ja jonkin verran virkistyskalastusta. Vapaa-ajan asuntojen käyttö painottuu kesäaikaan. Kiinteistöjen omistajien toive olisikin, että järvessä olisi vähemmän kasvillisuutta, jotta virkistyskäyttö ei estyisi. Keiskinjärvi on myös suosittu sorsalintujen metsästysjärvenä.

5 MENETELMÄT

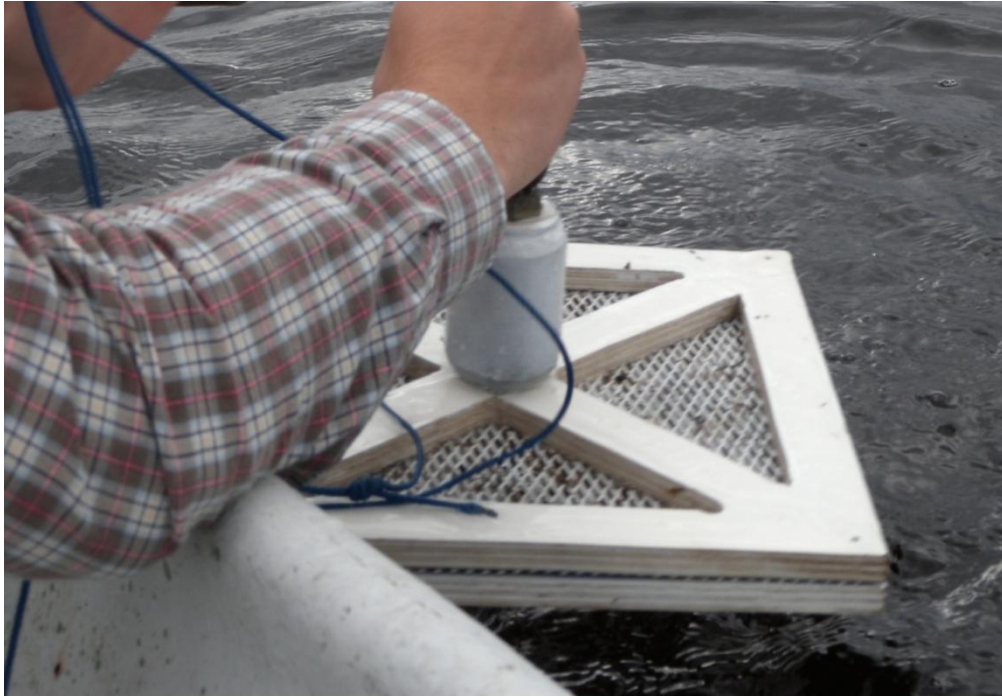
Tässä luvussa käsitellään Keiskinjärven tilan selvityksessä käytettyjä menetelmiä. Keiskinjärvestä olemassa olevien pohjatietojen lisäksi tarvittiin lisätietoja valuma-alueesta ja sen maankäytöstä, vedenlaadusta, kalastosta, kasvistosta ja linnustosta. Näitä tietoja kerättiin kesällä 2012 toukokuun alusta elokuun loppuun.

5.1 Valuma-alue

Valuma-aluetta on tarkasteltu karttapohjaisesti, ilmakuvien avulla. Kartoista on selvitetty topografisia maanpinnan muotoja ja niiden avulla on rajattu vedenjakajat ja järven valuma-alue. Lisäksi on tarkasteltu valuma-alueen maankäyttöä karttapohjaisen paikkatietoaineiston avulla. Valuma-alueelta on selvitetty mm. vakinaiseen ja vapaa-ajan asumiseen käytettyjen kiinteistöjen määrä, alueen pistekuormittajat sekä pelto-, metsä-, yms. alueiden pinta-alat. Valuma-alueen ja sen maankäytön määrittelyssä on käytetty apuna OIVA – ympäristö- ja paikkatietopalvelun karttaa sekä Kokkolan kaupungin kartta-aineistoa. Paikkatietoaineistoa on käsitelty MapInfo -ohjelmalla.

5.2 Veden ja pohjasedimentin syvyys

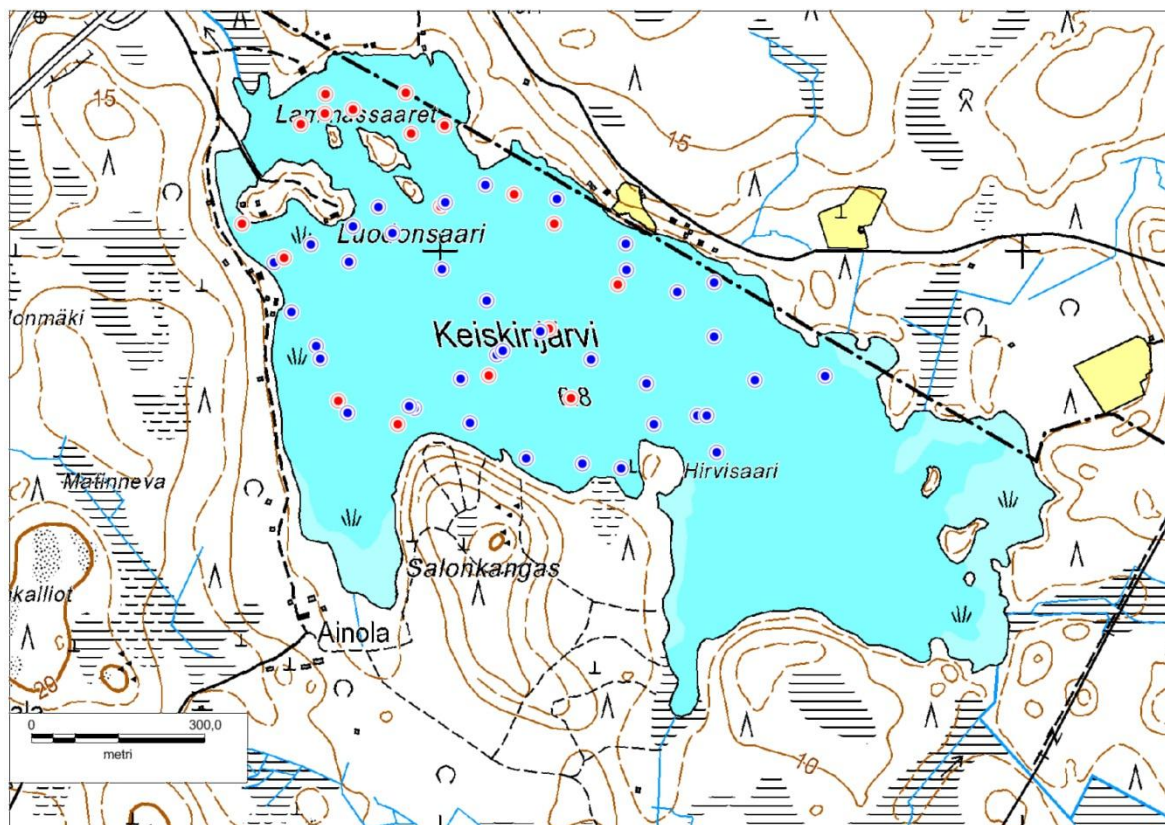
Keiskinjärven syvyyden mittaamiseen valmistettiin upotettava mitta (KUVIO 2), jossa oli kiinni naru, ja siihen oli merkitty solmuilla mitat metrin välein. Levyn mitta oli 30 x 30 cm, ja siinä oli keskellä metalliristikko, jotta vesi pääsi levyn läpi ja tämä putosi pohjaan tasaisesti vaakasuorassa eikä uponnut pohjasedimenttiin. Levy maalattiin valkoiseksi, jotta myös näkösyvyys saatiin mitattua sen avulla.



KUVIO 2. Keiskinjärven syvyysmittausta

Veden syvyyttä pyrittiin mittaamaan mahdollisimman kattavasti järven eri alueilta, jotta saataisiin luotettavia tuloksia esimerkiksi järven tilavuuden laskemiseksi (KUVIO 3). Syvyysmittauksia tehtiin järven ympäri lukuun ottamatta umpeenkasvaneita osia noin kymmenen metrin etäisyydeltä rannasta ja noin sadan metrin välein. Lisäksi keskellä järveä tehtiin mittauksia sadan metrin välein kahden eri mittauslinjan mukaisesti (KUVIO 9, s. 29).

Pohjasedimentin paksuutta mitattiin, jotta voitiin arvioida sedimentin määrä mahdollisia ruoppauksia varten. Sedimentistä ei otettu näytteitä, mutta sitä arvioitiin silmämääräisesti mittausten yhteydessä. Sedimentin paksuutta mitattaessa tarkistettiin aluksi mittauspisteen veden syvyys mittalevyllä, jonka jälkeen mitattiin veden ja pehmeän sedimenttikerroksen kokonaissyvyys 3,15 metriä pitkällä lasikuituputkella. Veden syvyyden ja kokonaissyvyyden erotuksena saatiin sedimentin paksuus. Sedimentin paksuuden mittaamisessa keskityttiin niihin alueisiin, joihin mahdollisen ruoppauskunnostuksen arvioitiin kohdistuvan. Kuvioon 3 on punaisella merkitty sedimentin paksuuden mittauspisteet sekä sinisellä veden syvyyden mittauspisteet.

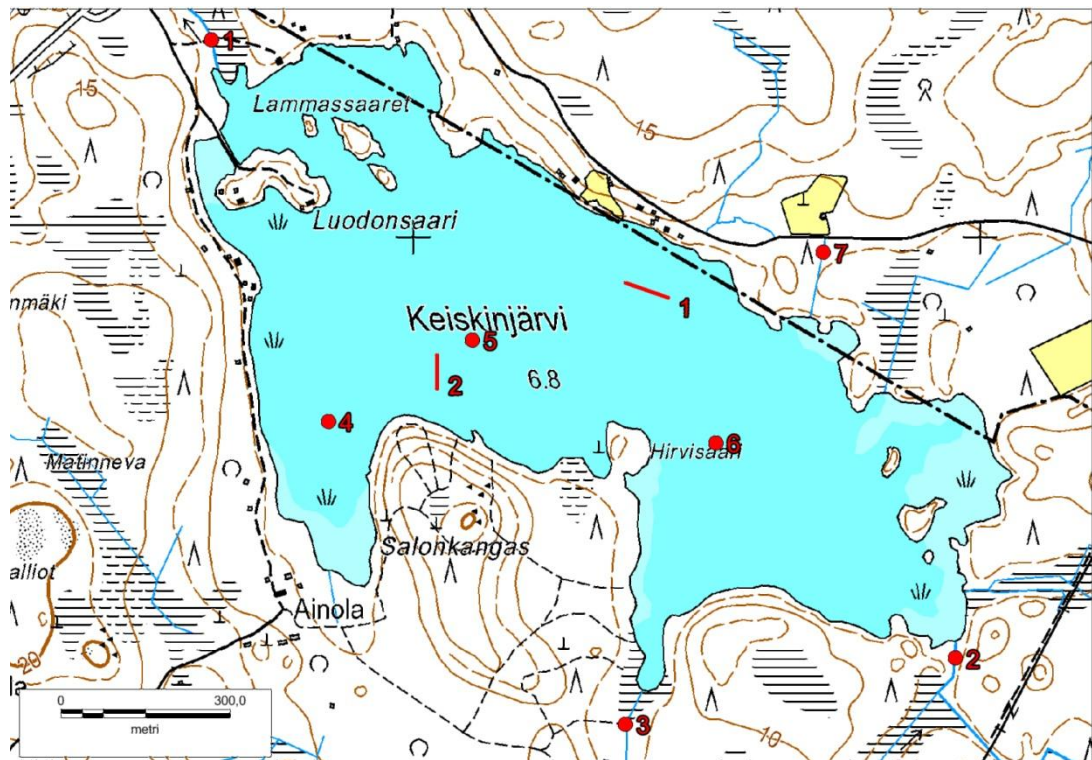


KUVIO 3. Veden syvyyden ja pohjasedimentin paksuuden mittauspisteet

5.3 Vedenlaadun seuranta

Opinnäytetyöhön tarvittavan aineiston kerääminen aloitettiin toukokuun alussa kartoittamalla Keiskinjärveen laskevat ojat. Aluksi ojien sijainnit ja lukumäärät arvioitiin ilmakuvien perusteella. Paikan päällä käytiin tekemässä tarkastuskierto, jonka jälkeen ojien näytteenottopisteet valittiin sijainnin ja vesimäärän perusteella. Vesinäytteiden analysoinnin suoritti Jyväskylän yliopiston ympäristöntutkimuskeskus Ambiotica. Näytteet kerättiin Ambiotican toimittamiin näytteenottopulloihin suunnitellun näytteenottoaikataulun mukaisesti. Vesinäytteet lähetettiin ympäristöntutkimuskeskus Ambioticaan aina näytteenotto-päivänä kylmälaukkuun pakattuna. Vesinäytteenotot Keiskinjärvellä tehtiin touko-, kesä-, heinä- ja elokuussa 2012. Näytteitä otettiin yhteensä seitsemästä eri pisteestä (KUVIO 4). Näytteenottopisteet on merkitty kuvioon 4 punaisilla pisteillä. Näytteistä analysoitiin kesä-, heinä- ja elokuussa happipitoisuus sekä kaikista näytteistä kiintoaine, sameus, sähköjohtavuus, pH-arvo, kokonaistyyppi, kokonaisfosfori, ammoniumtyppi, biokemiallinen hapen-

kulutus, alumiini, arseeni, kadmium, koboltti, kokonaisriikki, kromi, kupari, lyijy, nikkeli, rauta ja sinkki.



KUVIO 4. Keiskinjärven näytteenottopisteet ja koekalastuspaikat

Keiskinjärven valuma-alueella olevan Kälviän kaatopaikan pinta- ja pohjavesiä tarkkailaan Länsi-Suomen ympäristökeskuksen vuonna 1999 myöntämän ympäristöluvan perusteella. Kälviän kaatopaikan tarkkailu on toteutettu Perhojen yhteistarkkailuohjelmassa, jossa on ollut mukana useita eri kuntien kaatopaikkojen tarkkailuja. Kaatopaikan vesinäytteet on analysoinut akkreditoitu testauslaboratorio Etelä-Pohjanmaan Vesitutkijat Oy. Vesinäytteistä on analysoitu pH, sähkönjohtokyky, COD(Cr), kokonaistyppi, kokonaisfosfori, ammoniumtyppi, rauta, kromi, kloridi, kiintoainepitoisuus ja suolistoperäiset enterokokit. Lisäksi on mitattu veden lämpötila näytteenottopisteissä sekä virtaama. (Etelä-Pohjanmaan Vesitutkijat Oy 2012.)

Tässä työssä otettiin näytteitä kaatopaikan laskuojasta ja vertailtiin tuloksia kaatopaikan velvoitetarkkailun tuloksiin. Lisäksi tehtiin vertailua kaatopaikan ojan ja muiden järveen laskevien ojien tuloksiin. Kaatopaikan tarkkailussa näytteenottokertoja on ollut 3–4 vuodessa, ja näytteenottoaika on ajoittunut toukokuun ja marraskuun väliin. Vertailutulokset on laskettu keskiarvona neljästä näytteenottokerrasta, jotka on tehty touko–elokuussa.

Valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista määrittelee vesiympäristölle vaaralliset ja haitalliset aineet sekä niiden ympäristölaatonormit (Valtioneuvoston asetus 868/2010.) Tässä työssä on käytetty vuosikeskiarvona ilmaistua ympäristölaatonormia (AA-EQS) niiden tutkittujen parametrien osalta, joita asetuksessa on. Keiskinjärvestä otetuista näytteistä on laskettu aritmeettinen keskiarvo ja niitä tuloksia verrataan asetuksen mukaisiin raja-arvoihin. Niiden tutkittujen parametrien osalta, joita ei mainita AA-EQS-normissa, tuloksia verrataan talousvedelle asetettuihin laatuvaatimuksiin tai laatusuosituksiin (Hirvonen 2002). Sinkin ja koboltin osalta vertailu tehtiin Perhojoesta vuonna 2012 saatuihin tuloksiin. Etelä-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY) on ottanut sieltä vesinäytteitä. Nämä tiedot saatiin valtionhallinnon OIVA – ympäristö- ja paikkatietopalvelusta.

5.4 Kalasto

Keiskinjärvellä suoritettiin kesän 2012 aikana kaksi koekalastusta. Kuvioon 4 on merkitty punaisilla viivoilla koekalastusverkkojen sijainti ja suunta. Käytettävissä ei ollut Nordic-verkkosarjaa, vaan koekalastukseen tehty verkkosarja, jossa oli 11 eri silmäkokoa. Verkkosarjalla saadaan yleiskuva järven kalastosta. Koekalastusverkkojen sijainti valittiin piirtämällä karttaan 100 x 100 metrin kokoiset ruudut, joista arvottiin kaksi, ja verkot asetettiin kyseiselle alueella satunnaisessa suunnassa.

Ensimmäinen koekalastus tehtiin 26.–27.6.2012. Verkot laskettiin veteen 26.6. iltapäivällä ja ne nostettiin 27.6. aamulla. Verkot olivat vedessä 16 tuntia. Ensimmäisessä koekalastuksessa oli sateinen ja tuulinen ilma molempina päivinä, sekä verkon laskussa että nostossa. Keiskinjärveen laskettiin kaksi verkkoa. Molemmat verkot olivat 1,8 metriä korkeita. Verkoissa oli eri silmäkokoja, jotka vaihtuivat 5 metrin välein. Verkoissa käytetyt silmäkoot olivat 10, 12, 15, 18, 21, 25, 33, 38, 40, 45 ja 50 millimetriä, ja ne vaihtelivat satunnaisessa järjestyksessä, jotka näkyvät taulukoissa 1 ja 2.

TAULUKKO 1. Ensimmäinen koekalastus, verkko 1

33	38	40	45	50	33	38	40	45	50	15	18	21	25	10	18
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

TAULUKKO 2. Ensimmäinen koekalastus, verkko 2

33	38	40	45	50	25	21	18	15	12	10
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Toinen koekalastus suoritettiin 15.–16.8.2012. Verkot laskettiin iltapäivällä 15.8. ja nostettiin aamulla 16.8. Verkot olivat vedessä noin 16 tuntia, kuten myös ensimmäisessä koekalastuksessa. Toisessa koekalastuksessa verkko laitettiin samaan paikkaan, jossa oli ollut verkko nro 1 ensimmäisessä koekalastuksessa, jotta tuloksista saataisiin mahdollisimman vertailukelpoiset. Taulukossa 3 näytetään verkon silmäkoot siinä järjestyksessä kuin ne olivat verkossa. Toisen koekalastuksen aikaan oli puolipilvinen ja lämmin päivä. Myös vesi oli lämmintä, ja se oli väriltään ruskeampaa kuin ensimmäisen koekalastuksen aikaan.

TAULUKKO 3. Toisen koekalastuksen verkko

33	38	40	45	50	33	10	12	15	18	21	25	50	45	40	38
----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

5.5 Kasvillisuus

Vesikasvillisuutta selvitettiin näytteenottojen aikana ja silmämääräisesti eniten esiintyvät vesikasvit valokuvattiin. Kasvit tunnistettiin maastossa ja kuvien perusteella. Kasvillisuuden levinneisyys arvioitiin ilma- ja valokuvien sekä paikan päällä karttaan piirrettyjen merkintöjen perusteella. Tulosten perusteella piirrettiin kasvillisuuskartta, jossa on esitetty kasvillisuusvyöhykkeet valtalajien mukaisesti.

5.6 Laatuluokitus

Uusi ekologinen luokittelujärjestelmä on monitahoinen, ja se perustuu ihmistoiminnan vesieliöstöön aiheuttamiin vaikutuksiin. Keiskinjärven tilaa selvitettäessä ei ole keskitytty ekologisen tilan luokittamiseen, eikä sen tekemiseen ole riittävästi pohjatietoja. Lisäksi Keiskinjärvi on pääasiallisesti virkistyskäytössä, eikä sitä käytetä vedenottoon, eikä järvi ole myöskään ammattikalastajien käytössä. Tämän vuoksi Keiskinjärven tilaa arvioidaan käyttäjien kannalta ja tilaluokitus tehdään vanhan Vesi- ja ympäristöhallinnon vuonna

1988 julkaisemien luokittelukriteerien pohjalta. Keiskinjärvi on pääasiallisesti virkistyskäytössä, joten työssä keskitytään virkistyskäyttöluokan määrittämiseen.

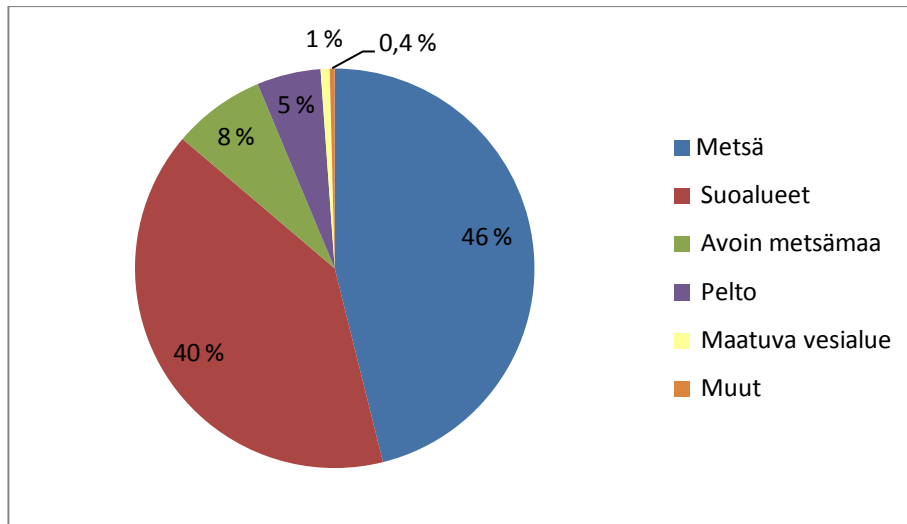
6 TUTKIMUSTULOKSET

6.1 Valuma-alue

Keiskinjärvi kuuluu Keiskinjärven valuma-alueeseen (84.053), ja sen valuma-alueen pinta-ala on noin 12 km². Keiskinjärven rannalla sijaitsee alle kymmenen vapaa-ajan asuntoa. Lisäksi rannalla on kahdella kiinteistöllä vakinaiseen asumiseen käytetty rakennus ja yksi tyhjillään oleva rakennus. Noin kolmen kilometrin päässä Keiskinjärven rannasta, valuma-alueen itäreunalla, on kaksi vakinaiseen asumiseen käytettyä rakennusta sekä maatila. Valuma-alueella sijaitsee myös Kälviän vanha kaatopaikka, joka on suljettu vuonna 2011. Kaatopaikka-alueen omistaa Kokkolan kaupunki. (Kokkolan kaupunki 2012b.)

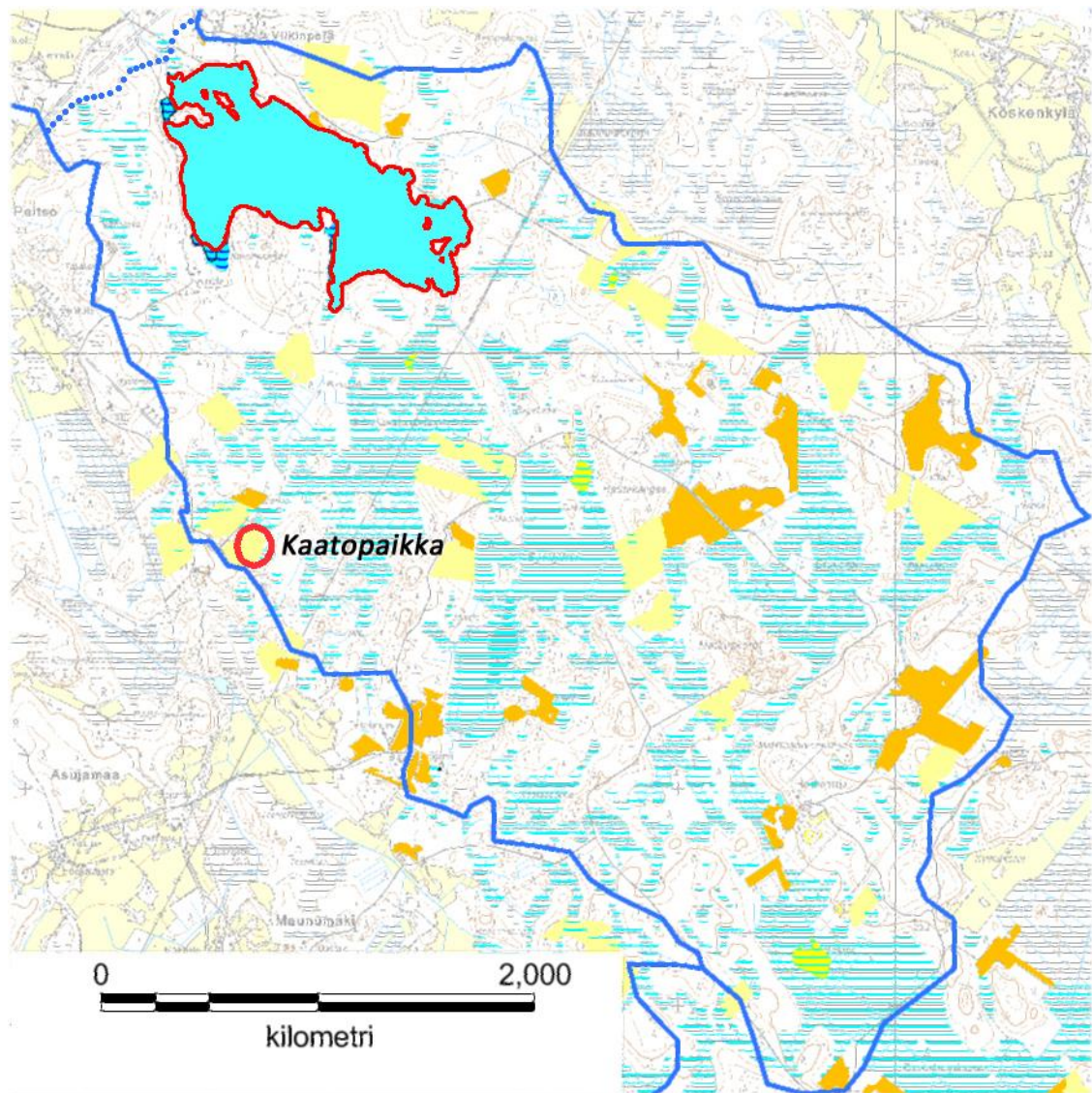
Valuma-alueella sijaitsevista kiinteistöistä on kahteen asuinkiinteistöön ja kahteen vapaa-ajan asuntoon tehty lain edellyttämä haja-asutusalueen jätevesien johtamisilmoitus (Uusimäki 2012). Uudistunut jätevesiasetus vaatii tekemään selvityksen kiinteistön jätevesijärjestelmästä maaliskuuhun 2016 mennessä (Ympäristöministeriö 2011).

Valuma-alue koostuu pääasiassa metsästä sekä erilaisista suoalueista. Suurin osa suoalueista on helppokulkuista, metsää kasvavaa suota. Alueella on lisäksi peltoalueita, avointa metsämaata, niittyjä, kalliota ja kivikkoa. Metsää Keiskinjärven valuma-alueella on noin 5,2 km² ja erityyppisiä metsää kasvavia turvemaita ja suoalueita yhteensä 4,5 km². Peltoalueita on 0,6 km², avointa metsämaata 0,8 km² sekä maatuvaa vesialuetta 0,8 km². Lisäksi alueella on täytemaata, niittyjä, kalliota ja kivikkoa, yhteensä noin 0,04 km². Kuvioon 5 on merkitty Keiskinjärven valuma-alueen maankäyttö prosentiosuuksina. (OIVA – ympäristö- ja paikkatietopalvelu 2012.)



KUVIO 5. Keiskinjärven valuma-alueen maankäyttö

Kuviossa 6 näkyy se osa Keiskinjärven valuma-alueesta, josta vedet valuvat järveen. Valuma-alueen luoteisosasta, järven ja meren välistä, vedet valuvat mereen päin, eikä se näin ollen vaikuta Keiskinjärven tilaan. Karttaan on myös merkitty valuma-alueella sijaitseva Kälviän vanha kaatopaikka. Valuma-alueen reunat on piirretty karttaan sinisellä. Suoalueet, jotka on pääosin ojitettu, näkyvät kartassa vaaleansinisenä, avoimet metsämaat keltaisena ja peltoalueet ruskeana. Valkoiset alueet ovat metsää.



KUVIO 6. Keiskinjärven valuma-alue

6.1.1 Kälviän vanha kaatopaikka

Kälviän kunnan vanha kaatopaikka sijaitsee paikallistien 7711 varressa, noin kuusi kilometriä keskustaajamasta pohjoiseen. Lähin asutus on noin kilometrin päässä. Kaatopaikka on otettu käyttöön vuonna 1973 ja sitä on laajennettu 1990. Tällä hetkellä Kälviän kaatopaikka on suljettu ja poistettu käytöstä. Kokkolan kaupunki on hakenut pintarakenteiden sulkemislupaa aluehallintovirastolta (AVI). (Etelä-Pohjanmaan Vesitutkijat Oy 2012.)

Kaatopaikka-alueen kokonaispinta-ala on noin 9 ha. Jätettä on sijoitettu noin 1,8 ha:n alueelle, josta 0,6 ha on vanhaa jätetäyttöä ja 1,2 ha uudempaa jätetäyttöä. Kaatopaikalle on

tuotu Kälviän kunnan yhdyskuntajätteitä noin 3000–3500 m³ vuodessa. Kaatopaikalle on tuotu myös ylijäämämaita sekä rakennus- ja purkujätteitä. Lisäksi kaatopaikalla on vastaanotettu vaarallista jätettä (ent. ongelmajäte), esimerkiksi jäteöljyä, maaleja, liuottimia, akkuja ja pattereita. Kaatopaikka-alueen pintavalumavedet on johdettu pintakallistuksilla tasausaltaaseen, josta vedet on johdettu turvesuodattimen kautta Keiskinjärven kaakkoispäähän johtavaan ojaan. (Etelä-Pohjanmaan Vesitutkijat Oy 2012.)

6.1.2 Kälviän kaatopaikan tarkkailutulosten vertailu

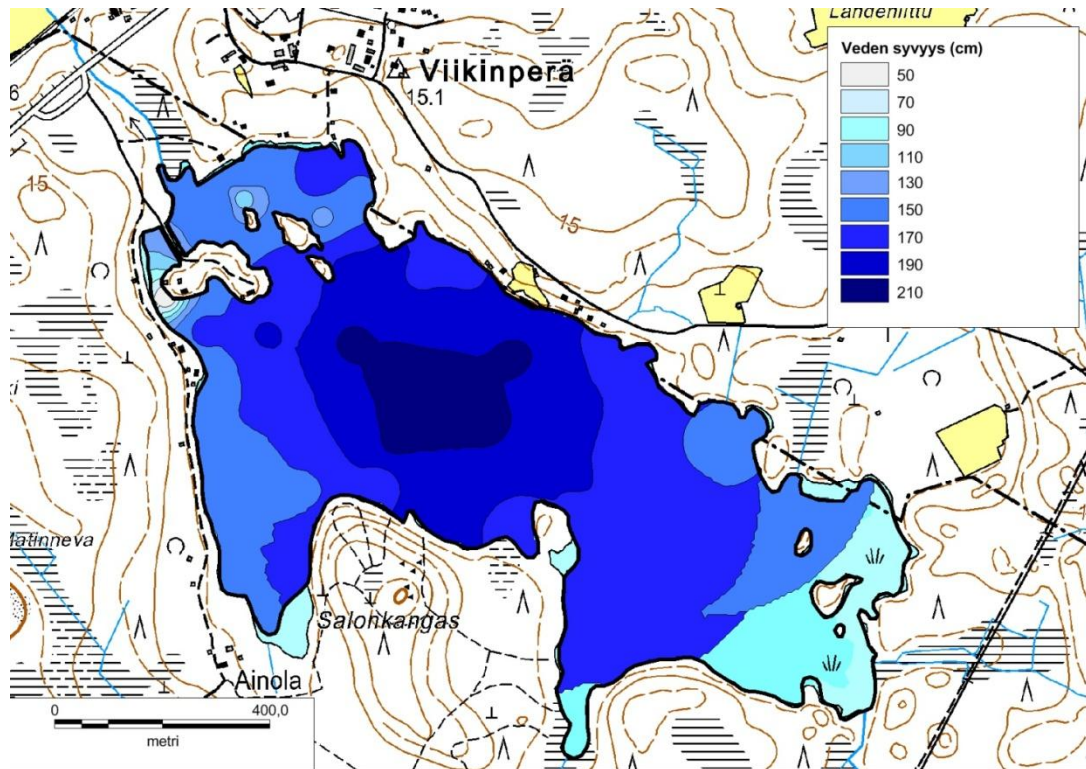
Taulukossa 4 on Kälviän kaatopaikan tarkkailutuloksia niiden parametrien osalta, jotka ovat samoja kuin tämän työn ohessa otetuissa näytteissä. Taulukossa vuosien 2002–2011 tulokset ovat keskiarvoja Kälviän kaatopaikan tarkkailutuloksista (LIITE 3). Kälviän kaatopaikan tarkkailussa on neljä näytteenottokertaa vuodessa. Taulukon tuloksiin perustuvat näytteet on otettu Keiskinjärveen vievästä ojasta (näytepiste P3). Pisteiden 2, 3 ja 7 tulokset ovat kesällä 2012 valuma-alueen ojista otettujen näytteiden keskiarvoja (KUVIO 4). Myös pisteistä 2, 3 ja 7 on näytteitä otettu neljä kertaa. Piste 3 sijaitsee kaatopaikalta tulevan ojan varrella ja pisteet 2 ja 7 sijaitsevat muualla valuma-alueella järveen laskevissa ojissa.

TAULUKKO 4. Kälviän kaatopaikan tarkkailutulosten vertailu (Perhojen yhteistarkkailu 2006)

	2002	2003	2004	2005	2006	2011	Piste 3	Piste 2	Piste 7
pH (µg/l)	7,4	7,2	7	7,2	6,9	6,9	5,4	5,7	5,7
Kok.N (µg/l)	4200	3000	2400	2900	3200	4100	3450	1550	1780
NH ₄ -N (µg/l)	408	570	2300	700	1400	2300	470	111	38
Kok.P (µg/l)	156	52	79	61	70	65	160	64	136
Rauta (µg/l)	7650	-	2625	-	2250	3900	20000	9700	7000
Kiintoaine (mg/l)	43	3,1	5	5,7	10	7	48	19,8	30,7
Kromi (µg/l)	14,5	5,4	6,2	-	< 5	< 3,5	3,7	1,7	3,8

6.2 Veden syvyys

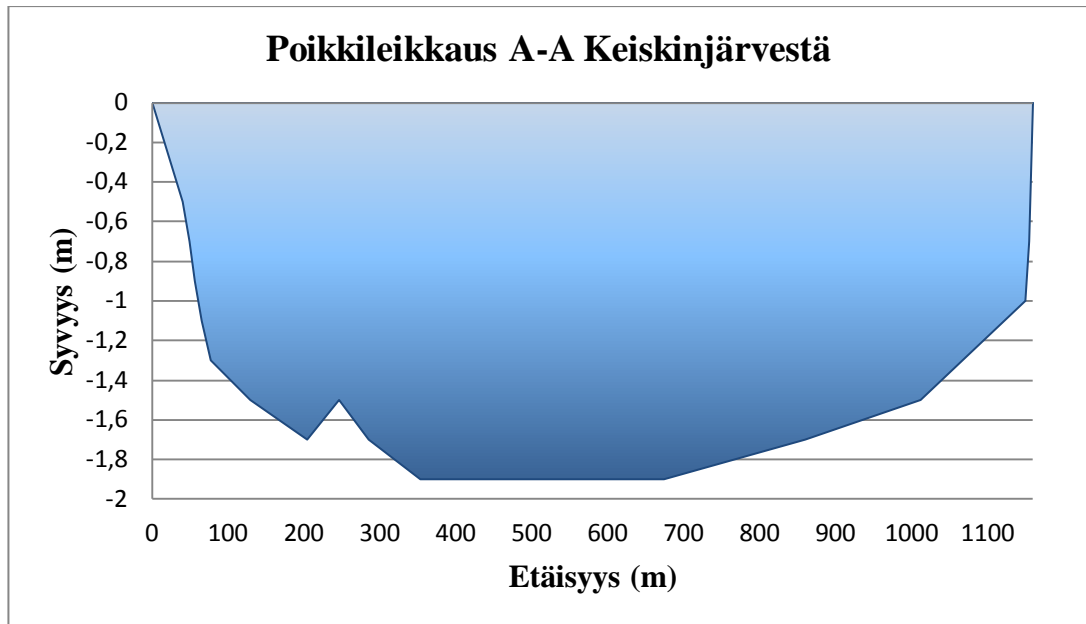
Syvyyskartoituksia Keiskinjärvellä tehtiin kesä-, heinä-, ja elokuun 2012 aikana näytteenottojen yhteydessä. Syvyysmittauspisteitä oli yhteensä 56. Suurin mitattu syvyys oli 210 senttimetriä ja pienin 30 cm. Järven keskisyvyys on 160 senttimetriä. Kuvioon 7 on merkitty syvyysalueet 20 cm:n välein mittaustulosten perusteella.



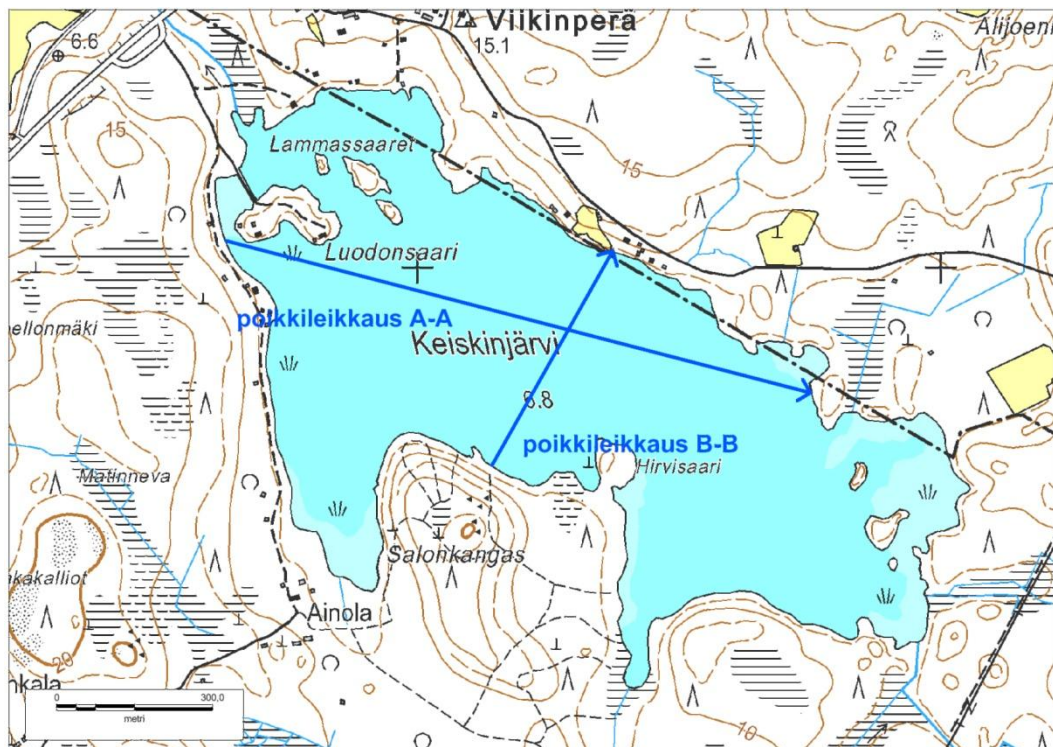
KUVIO 7. Keiskinjärven syvyyskartta

Keiskinjärven tilavuus on noin 1 100 000 m³. Tilavuuden arvioimisessa käytettiin hyväksi kesällä 2012 tehtyjen syvyysmittausten tuloksia. Runsaan kasvillisuuden vuoksi syvyysmittauksia ei voitu tehdä kaikissa osissa järveä, joten osa syvyystiedoista perustuu mittaustulosten perusteella tehtyyn arvioon.

Keiskinjärvi on keskisyvyydeltään ainoastaan 1,6 metriä, ja sen syvin kohta on 2,1 metriä. Rannoilta järvi syvenee nopeasti noin 1,0–1,5 metriin, ja syvin kohta on keskellä. Kuviossa 8 on Keiskinjärvestä poikkileikkaus, joka havainnollistaa järven pohjan muodon. Siihen on piirretty Keiskinjärven syvyystiedot poikkileikkauksessa A-A (KUVIO 9).



KUVIO 8. Poikkileikkaus A-A Keiskinjärven veden syvyydestä

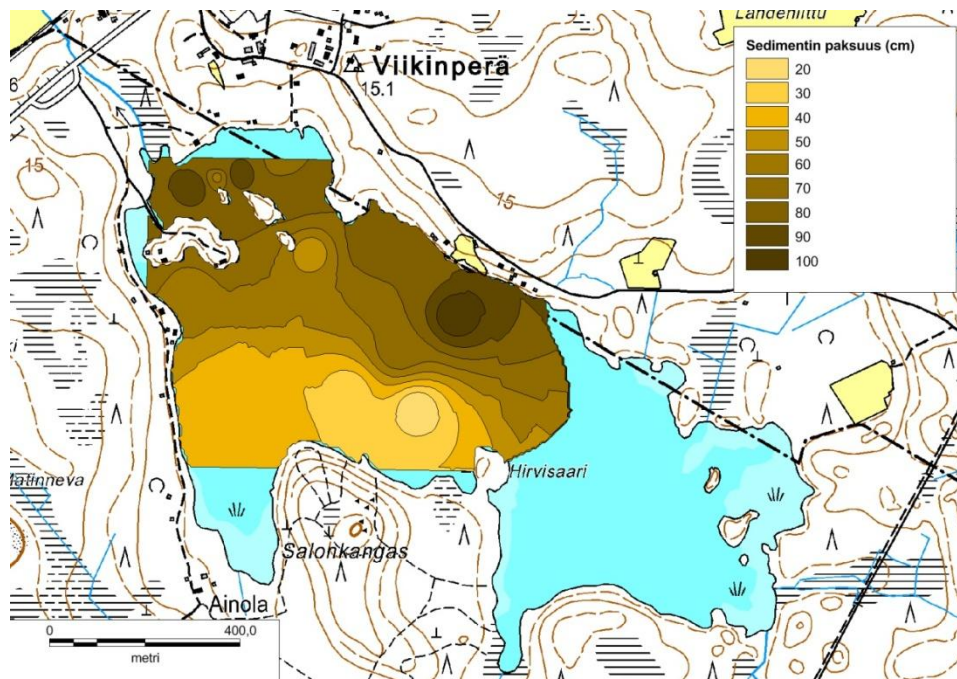


KUVIO 9. Havainnekuva Keiskinjärven poikkileikkauslinjoista

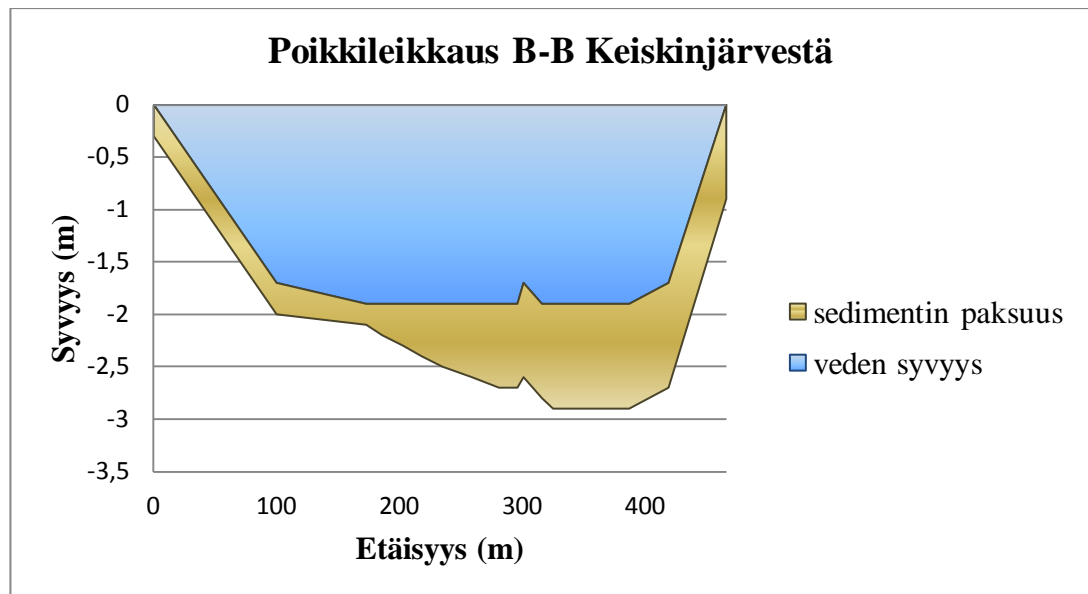
6.3 Pohjasedimentti

Sedimentti on järven pohjalle kertyvää ainesta (Sarvilinna & Sammalkorpi 2010, 60). Järven pohjaan laskeutuvassa aineksessa on esimerkiksi kasvien, levien ja alkueläinten jään- teitä, siitepölyä sekä maalta huuhtoutuneita savi- ja turvehiukkasia. Järven pohjaan laskeu- tuu sitä enemmän orgaanisia aineita mitä rehevämpi se on ja runsaasti orgaanista ainetta sisältävässä sedimentissä on runsaasti fosforia. Tämä voi aiheuttaa järveen sisäisen kuor- mituksen, joka voi estää järven tilan paranemisen vaikka ulkoinen kuormitus lopetettaisiin kokonaan. (Lappalainen & Matinvesi 1990, 54–58.)

Keiskinjärven pohjasedimentin paksuutta mitattiin elokuussa 2012. Mittauksia tehtiin 18 eri pisteestä, pääasiassa avovesialueelta, sekä niiltä alueilta, jotka todennäköisimmin tul- laan ruoppaamaan tulevaisuudessa. Suurin mitattu sedimentin paksuus oli 110 cm ja pienin 20 cm (KUVIO 10). Suurimmat sedimenttipaksuudet sijaitsivat järven pohjoisosassa, kun taas pienimmät paksuudet mitattiin järven eteläosassa, lähellä Hirvisaarta. Sedimentti oli laadultaan runsaasti orgaanista ainesta sisältävää mustaa hienojakoista liejua. Sedimentin paksuutta on mitattu alueilta, jotka näkyvät kuviossa 10 ruskealla. Kuviossa 11 on poikki- leikkaus sedimentin paksuudesta poikkileikkauksen B-B kohdalla (KUVIO 9).



KUVIO 10. Keiskinjärven pohjasedimentin paksuus



KUVIO 11. Poikkileikkaus B-B (KUVIO 7), veden syvyys ja sedimentin paksuus

6.4 Hydrologiset tiedot

Veden virtaamaan vaikuttavat sadannan ja haihdunnan erotus, maantieteellinen sijainti sekä järven syvyys. Sadanta Keski-Pohjanmaalla, Keiskinjärven alueella, on ilmatieteen laitoksen tietojen mukaan keskimäärin 500–550 mm/vuosi (Ilmatieteen laitos 2012). Lisäksi virtaamaan ja sen vaihteluihin vaikuttaa valuma-alueen ala, maaperä ja kasvillisuus, ihmisen toiminnot ja sääolot. Suomessa virtaaman osuus sadannasta on 40–60 %. (Korhonen 2007.)

Vuosittainen keskivirtaama (MQ) lasketaan kaavalla:

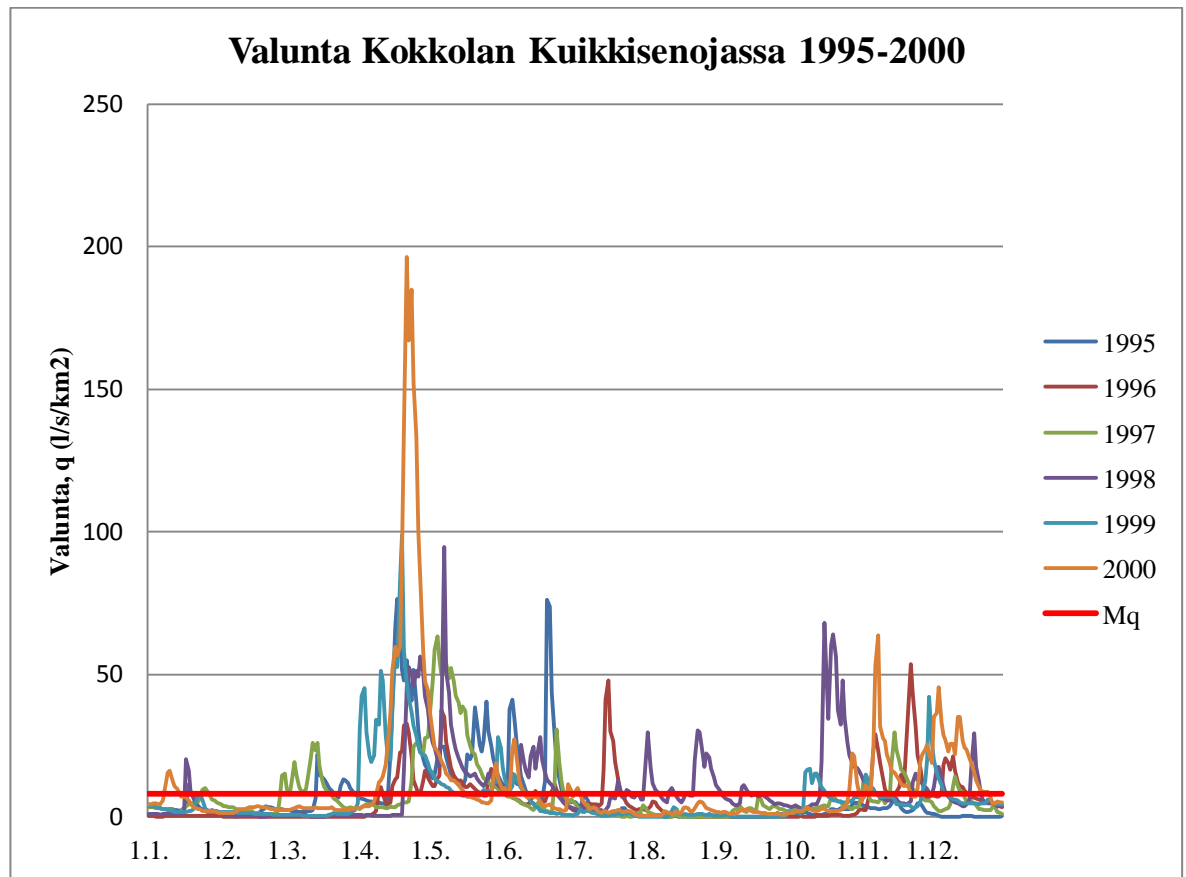
$$MQ = Mq \times A \quad [1]$$

jossa Mq = keskivalunta [l/s/km^2]

A = valuma-alue [km^2]

Keiskinjärven valuntaa laskettaessa keskivalunta-arvona käytettiin läheisen Kuikkisenojan valuntatietoja vuosilta 1995–2000 (KUVIO 12). Tiedot saatiin lokakuussa 2012 valtionhal-

linnon OIVA – ympäristö- ja paikkatietopalvelusta. Vuosivaluntojen keskiarvoksi saatiin $8,21 \text{ l/s/km}^2$, joka vastaa hyvin paikallista vuosittaista valunta-arvoa.



KUVIO 12. Valunta Kuikkisenojassa (OIVA – ympäristö- ja paikkatietopalvelu 2012)

Keiskinjärven valuma-alue A on 12 km^2 . Näin ollen keskivirtaamaksi saadaan

$$MQ = 8,21 \frac{\text{l}}{\text{s} \cdot \text{km}^2} \times 12 \text{ km}^2 = 98,52 \frac{\text{l}}{\text{s}}$$

Järven tilavuuden suhde tulovirtaamaan, eli veden viipymä järvestä, kertoo veden laskennallisen vaihtuvuuden järvestä (Ulvi & Lakso 2005, 78–79). Veden teoreettinen viipymä järvestä lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$T = \frac{V}{MQ} \quad [2]$$

jossa T = teoreettinen viipymä
 V = järven tilavuus
 MQ = keskivirtaama

Keiskinjärven tilavuus laskettiin syvyysmittaustulosten avulla ja tilavuudeksi arvioitiin $1\,100\,000\text{ m}^3$. Teoreettinen viipymä Keiskijärvessä on

$$T = \frac{V}{MQ} = \frac{1\,100\,000\text{ m}^3}{0,09852\frac{\text{m}^3}{\text{s}}} = 11\,165\,245\text{ s} = 129\text{ vrk}$$

Vuoden aikana Keiskinjärven vesi vaihtuu noin kolme kertaa.

6.5 Vedenlaatu

Luonnonvesien vedenlaatuun vaikuttavat monet eri tekijät. Vaikutukset voivat olla hetkeksi tai pitkäaikaisia. Esimerkiksi sääolosuhteiden vuosittaiset ja vuodenaikaisvaihtelut, kuten sadannan määrä, järvien jäätymisajankohta ja jääpeitteisen ajan pituus, sulamisvesien määrä, tuuli, valo sekä lämpötila vaikuttavat merkittävästi. Järvien vedenlaatuun vaikuttavat myös sen morfometriset tekijät, eli koko, muoto, syvyysuhteet ja avonaisuus. Myös valuma-alueen maa- ja kallioperän laadulla on suuri vaikutus. (Hämeen ELY 2012a.)

Ihmisen toiminnan vaikutukset voivat myös olla merkittävät luonnonvesissä. Esimerkiksi patoaminen, säännöstely, ojittaminen, jätevesien laskeminen sekä valuma-alueen maaperän muokkaaminen ja lannoittaminen ovat merkittävimpiä vedenlaatuun vaikuttavia tekijöitä. Eri tekijöiden merkitys vaihtelee sijainnin ja ajankohdan mukaan, ja ne myös vaikuttavat toisiinsa eri tavoin. Tämän vuoksi vedenlaatu vaihtelee jatkuvasti. (Hämeen ELY 2012a.)

Seuraavaksi käydään läpi Keiskinjärvestä mitattuja parametrejä, sekä verrataan niitä AA-EQS-normiin tai talousvedelle annettuihin laatuvaatimuksiin tai -suosituksiin. Joidenkin tulosten osalta vertailuarvona käytetään Perhojoen alajuoksulta saatuja tuloksia (kts. s. 21). Taulukkoon 5 on merkitty niiden metallien pitoisuudet järvessä, kaatopaikalta tulevasta ojasta ja muualla valuma-alueella, joille on olemassa selkeät raja-arvot.

TAULUKKO 5. Metallipitoisuuksien vertailu raja-arvoihin (Hirvonen 2002; Valtioneuvoston asetus 7.10.2010/868)

	AA-EQS	Talousvesi, laatuvaatimus	Talousvesi, laatusuositus	Keiskinjärvi	Valuma-alue	Kaato-paikan oja
Arseeni (µg/l)		10		0,6	1,0	2,1
Kadmium (µg/l)	0,1	5		0,03	0,08	0,12
Kromi (µg/l)		50		1,2	2,75	3,7
Kupari (mg/l)		2		0,003	0,009	0,005
Lyijy (µg/l)	7,4	10		0,5	0,5	1,4
Nikkeli (µg/l)	21	20		7,5	11	18
Rauta (µg/l)			200	5360	8350	20000

6.5.1 Happi

Happi on veteen liuenneista kaasuista tärkein ja osallisena monissa kemiallisissa ja biologisissa reaktioissa. Happi vaikuttaa esimerkiksi kalojen kasvuun, käyttäytymiseen ja lisääntymiseen. Eri kalalajit vaativat erilaiset happipitoisuudet. Esimerkiksi lohi, siika ja taimen vaativat happea vähintään 3,5–4 mg/l. Ahven, särki ja lahna selviävät pienemmillä happipitoisuuksilla, jonka tulisi olla vähintään 1,2–1,5 mg/l. Hauki tarvitsee happea noin 2 mg/l. (Pohjois-Pohjanmaan ELY 2010.)

Keiskinjärvestä happipitoisuus oli kesäkuun mittauksissa hyvä (TAULUKKO 6). Happipitoisuus laski kesän loppua kohti mentäessä. Valuma-alueen pienissä ojissa happitilanne oli huonompi (pisteet 2, 3 ja 7), mutta vesimäärä oli ajoittain erittäin vähäinen. Pisteen 1 happipitoisuus kertoo Keiskinjärvestä pois lähtevän veden tilanteen.

TAULUKKO 6. Happipitoisuus (mg/l) Keiskinjärven näytepisteissä

	Piste 1 Laskuoja	Piste 2 Oja	Piste 3 Kaatopaikan oja	Piste 4 Järvi	Piste 5 Järvi	Piste 6 Järvi	Piste 7 Oja
Kesäkuu	8,8	4,9	2,4	9,6	8,4	10	2,6
Heinäkuu	5,3	0,7	9,1	8,5	8,9	2,8	8,4
Elokuu	3,9	3,4	1,2	2,7	5,6	6,3	2,5
Keskiarvo	6	3,0	4,2	6,9	7,6	6,4	4,5

6.5.2 pH ja sähkönjohtokyky

pH:n avulla määritetään veden happamuusaste. Neutraalin veden pH on 7. Mitä enemmän vedessä on vetyioneja, sitä happamampaa se on. Luonnontilaiset pintavedet, esimerkiksi järvet, ovat yleensä lievästi happamia. Vuotuiset ja vuorokautiset vaihtelut pH-arvoissa ovat kuitenkin tavallisia. Useimmat vesieliöt ja -kasvit ovat sopeutuneet elämään pääasiassa pH-alueella 6–8. (Pohjois-Pohjanmaan ELY 2011a.)

Sähkönjohtavuus kuvaa veteen liuenneiden suolojen määrää. Elektrolyytit ovat aineita, jotka hajoavat vesiliuoksessa muodostaen ioneja eli sähköisesti varautuneita hiukkasia. (Pohjois-Pohjanmaan ELY 2011b.) Keiskinjärven pH-arvot olivat järvessä keskimäärin 6,0 ja valuma-alueella 5,6. Sähkönjohtavuus järvessä oli keskimäärin 12,2 mS/m ja valuma-alueelta järveen laskevissa näytteenottopisteissä 17,9 mS/m.

6.5.3 Ravinteet

Typpeen (N) verrattuna fosforia (P) esiintyy luonnonvesissä tavallisesti hyvin pieninä pitoisuuksina (Hirvonen 2002). Sisävesissä fosfori on kuitenkin usein perustuotannon minimitekijä, eli sen puute alkaa ensimmäiseksi rajoittaa tuotantoa. Pinta- ja pohjavesissä fosfaatteja esiintyy maaperästä liuenneena, jos maaperää on lannoitettu voimakkaasti. Fosfaatteja tulee vesiin myös yhdyskuntien ja teollisuuden jätevesistä. Fosforia kulkeutuukin vesistöihin pääasiassa ihmisten toiminnan seurauksena. Ravinnekuorman liiallinen kasvu johtaa kasvien perustuotannon kasvuun eli rehevöitymiseen. Rehevöityminen puolestaan

lisää leväesiintymiä ja voi johtaa happikatoon sekä kalaston muutoksiin. Suomessa luonnontilaisissa järvissä fosforipitoisuus on useimmiten 10–50 µg/l. (Hämeen ELY 2011.)

Typpeä esiintyy orgaanisissa yhdisteissä, epäorgaanisena nitraattina ja nitriittinä veteen liuenneena sekä kaasuna, joka voi liueta veteen. Kokonaistyyppi tarkoittaa veden sisältämää typen kokonaismäärää. Typpikuormituksen tavallisimpia lähteitä ovat maa- ja metsätalous, turvetuotanto sekä asutuksen jätevedet. (Hämeen ELY 2012b.)

Järven rehevyystasoa voidaan tarkastella sekä typen että fosforin pitoisuuksien perusteella (TAULUKKO 7). Tarkastelujakson aikana Keiskinjärven typpipitoisuus oli keskimäärin 1250 µg/l ja fosforipitoisuus noin 40 µg/l. Molempien arvojen perusteella Keiskinjärvi on rehevä. Typpipitoisuus Keiskinjärveen virtaavissa ojissa oli keskimäärin noin 2260 µg/l ja fosforipitoisuus 120 µg/l. Keiskinjärveen virtaa siis erittäin rehevää vettä.

TAULUKKO 7. Rehevyystason määrittely typpi- ja fosforipitoisuuksien perusteella (Hämeen ELY 2012b; Hämeen ELY 2011)

Rehevyystaso	Typpipitoisuus (µg/l)	Fosforipitoisuus (µg/l)
Karu	< 400	< 15
Lievästi rehevä	400-600	15-25
Rehevä	600-1500	25-100
Erittäin rehevä	> 1500	> 100

6.5.4 Metallit

Alumiini

Alumiinia esiintyy pinta- ja pohjavesissä yleensä alle 0,1 mg/l. Happamat alunasavimaat muodostavat poikkeuksen; alumiinipitoisuudet voivat olla näillä alueilla milligrammoja litrassa. (Hirvonen 2002.) Happamoituminen vesistöissä ja maaperässä lisää alumiinin liukenemista. Alumiini on liukoinen metalli, ja se muuttuu happamissa vesissä helposti eliöstölle haitalliseen muotoon. (Suomen ympäristökeskus 2010.) Herkillä vesihyönteisillä alu-

miinin toksisuus voi ilmetä jo, kun pH on tasolla 5,5 ja alumiinia on vedessä noin 2 mg/l (Pohjois-Pohjanmaan ELY 2011c).

Keiskinjärven vesinäytteiden alumiinipitoisuus oli keskimäärin 0,55 mg/l ja valuma-alueen näytepisteissä 1,25 mg/l (LIITE 1). Näytepisteissä, joissa veden pH-pitoisuus oli alhaisin, alumiinipitoisuus oli korkein, eli happamampi vesi on todennäköisesti liuottanut alumiinia maaperästä.

Arseeni

Arseeni (As) on karsinogeeninen aine, ja sen terveysperusteinen raja-arvo talousvedelle on 10 µg/l (Hirvonen 2002). Keiskinjärven arseenipitoisuus on keskimäärin 0,55 µg/l, joten se jää selvästi alle talousveden raja-arvojen (LIITE 1). Myös valuma-alueen arvot ovat alle raja-arvojen, keskimäärin 1,4 µg/l.

Kadmium

Kadmium (Cd) on elimistöön kertyvä raskasmetalli, jonka puoliintumisaika ihmiselimistössä on jopa 10–35 vuotta. Luonnon vesissä kadmiumpitoisuus on yleensä alle 1 µg/l. Vesijohtoveden kadmiumpitoisuus on keskimäärin alle 0,05 µg/l. Terveysperusteinen raja-arvo kadmiumille on 5,0 µg/l. Kadmiumia voi joutua veteen esimerkiksi lannoitteista, yhdyskunta- tai teollisuusjätevesistä tai jätevesilietteestä jota käytetään maanparannukseen ohjeiden vastaisesti. (Hirvonen 2002.)

Ympäristölaatunormin mukainen AA-EQS-arvo kadmiumille humuspitoisissa järvissä on 0,1 µg/l (Valtioneuvoston asetus 7.10.2010/868). Keiskinjärvestä otetuissa näytteissä kuudessa näytepisteessä kadmiumpitoisuus jäi alle AA-EQS-arvon (LIITE 1). Näytepisteessä kolme kadmiumpitoisuus oli 0,12 µg/l, eli ylitti lievästi AA-EQS-arvon, mutta jäi kuitenkin selvästi terveysperusteisen raja-arvon (5,0 µg/l) alapuolelle.

Kalsium ja koboltti

Kalsium (Ca) on välttämätön hivenaine ja sen haitalliset määrät ovat huomattavasti suurempia kuin pitoisuudet, joissa kalsium aiheuttaa teknisiä tai esteettisiä haittoja esimerkiksi talousvedessä (Hirvonen 2002). Kalsiumpitoisuuksien keskiarvo Keiskinjärvässä oli 9,1–9,5 mg/l ja valuma-alueen vesissä 7,7–27 mg/l (LIITE 1).

Vertailuun käytettävän Perhojoen suualueen kobolttipitoisuudet ovat olleet vuoden 2012 näytteenottojen perusteella keskimäärin 1,3 µg/l (OIVA – ympäristö- ja paikkatietopalvelu 2012). Kobolttipitoisuudet Keiskinjärvässä oli keskimäärin 1,8 µg/l (LIITE 1). Valuma-alueen kobolttipitoisuudet olivat 4,5 µg/l.

Kromi

Kromia (Cr) esiintyy luonnontilaisessa pohjavedessä erittäin vähän. Kromiyhdisteitä voi joutua veteen esimerkiksi lasi-, nahka- ja metalliteollisuuden jätevesistä. Vesijohtoveden kromipitoisuus on keskimäärin 0,07 µg/l. Talousveden terveysperusteinen raja-arvo on 50 µg/l. (Hirvonen 2002.) Kromipitoisuus Keiskinjärvässä oli keskimäärin 1,2 µg/l ja valuma-alueen näytepisteissä 2,9 µg/l. Kromipitoisuus jäi siis kaikissa näytteenottopisteissä alle talousveden raja-arvojen (LIITE 1).

Kupari

Kupari (Cu) on välttämätön hivenaine, mutta WHO:n esittämä terveysperusteinen raja-arvo on 2 mg/l. Tämä raja-arvo koskee vedestä saatua viikoittaista keskiarvopitoisuutta. (Hirvonen 2002.) Keiskinjärven kuparipitoisuus oli keskimäärin 3,4 µg/l ja valuma-alueen näytteenottopisteiden kuparipitoisuus oli 7,3 µg/l. Näin ollen sekä järven että valuma-alueen kuparipitoisuudet jäävät selvästi alle terveysperusteisen raja-arvon.

Lyijy

Lyijy on raskasmetalli, joka elimistöön kertyessään voi aiheuttaa haittavaikutuksia mm. luustoon ja hermostoon. Pintavesien lyijypitoisuus on yleensä alle 0,5 µg/l ja pohjavesien 0,5–4,0 µg/l. Lyijyn raja-arvo talousvedessä ja terveysperusteinen raja-arvo on 10 µg/l. (Hirvonen 2002.) Lyijyn AA-EQS-arvo on humuspitoisille vesille 7,4 µg/l (Valtioneuvoston asetus 7.10.2010/868). Keiskinjärven vesinäytteissä lyijyä oli selvästi alle raja-arvon (LIITE 1). Suurimmat pitoisuudet olivat näytepisteellä 3, jossa lyijypitoisuus oli 1,4 µg/l.

Nikkeli

Nikkeli on ihmiselle välttämätön hivenaine, mutta se on myös yleinen allergiaoireiden aiheuttaja. Nikkelin terveysperustainen raja-arvo on 20 µg/l. Nikkelipitoisuudet raakavedessä ovat yleensä pienet. Alueilla, joissa maaperä sisältää nikkelpitoisia mineraaleja voivat porakaivo- tai pohjavesien pitoisuudet ylittää raja-arvot. (Hirvonen 2002.) AA-EQS-arvo humuspitoisissa järvissä on nikkelille 21 µg/l (Valtioneuvoston asetus 7.10.2010/868). Keiskinjärvestä otetuissa näytteissä kaikkien näytepisteiden arvot olivat alle raja-arvon (LIITE 1). Suurimmat pitoisuudet olivat näytepisteessä 3, jossa keskimääräinen nikkelpitoisuus oli 18 µg/l. Pisteiden 1 ja 4 nikkelpitoisuudet olivat pienimmät, 5,8 µg/l.

Rauta

Rautaa (Fe) esiintyy Suomen pohjavesissä yleisesti sekä pintavesissä humukseen sitoutuneena. Rautapitoisuudet eivät pääse kasvamaan niin korkeiksi, että ne aiheuttaisivat terveyshaittoja vesissä, joita on vielä ulkonäön ja maun perusteella mahdollista käyttää. Raudan laatusuositus talousvedessä on 200 µg/l. Luonnonvesissä rautapitoisuus vaikuttaa veden virkistyskäyttöarvoon. (Hirvonen 2002; Vesi- ja ympäristöhallitus 1988.) Keiskinjärven vesi on erittäin rautapitoista. Järvestä otetuista näytteistä mitattu keskimääräinen rautapitoisuus oli 5360 µg/l. Valuma-alueelta tulevassa vedessä rautapitoisuudet olivat keskimäärin 12 200 µg/l.

Sinkki

Sinkkipitoisuus vertailuun käytettävän Perhojoen näytteissä on ollut vuoden 2012 aikana keskimäärin 16,3 µg/l (OIVA – ympäristö- ja paikkatietopalvelu 2012). Sinkkipitoisuus Keiskinjärvestä oli keskimäärin 19,9 µg/l. Valuma-alueelta otetuissa näytteissä sinkkipitoisuus oli keskimäärin 17,2 µg/l.

6.5.5 Kiintoaine, sameus ja kokonaisrikki

Vesinäytteestä analysoitu kiintoaine kertoo standardoiduissa olosuhteissa suodatettujen kiintoaineiden määrän (Pohjois-Pohjanmaan ELY 2011d). Veden sameuden aiheuttavat pienet hiukkaset, kuten levät ja saviaines. Sameuden voimakkuuteen vaikuttaa liettyneen aineen pitoisuus ja hiukkaskoko. Kirkkaan veden sameus on alle 1 FNU. Vesi on lievästi sameaa, kun sameus vaihtelee välillä 1–5 FNU. (Hämeen ELY 2012c.) Sameus vaikuttaa luonnonvesien käyttöluokitukseen. Mitä sameampaa vesi on, sitä alhaisempi käyttöluokka sillä on. (Vesi- ja ympäristöhallitus 1988.) Kiintoaineita Keiskinjärvestä otetuissa näytteissä oli keskimäärin 12,3 mg/l ja sameus oli keskimäärin 6,3 FNU. Valuma-alueen ojista tulevassa vedessä kiintoaineita oli keskimäärin 32,8 mg/l ja sameus oli 28 FNU. Kokonaisrikkipitoisuus Keiskinjärvestä oli keskimäärin 11,2 mg/l. Valuma-alueen ojien näytteenottopisteissä kokonaisrikki oli keskimäärin 13,8 mg/l.

6.5.6 Biokemiallinen hapenkulutus

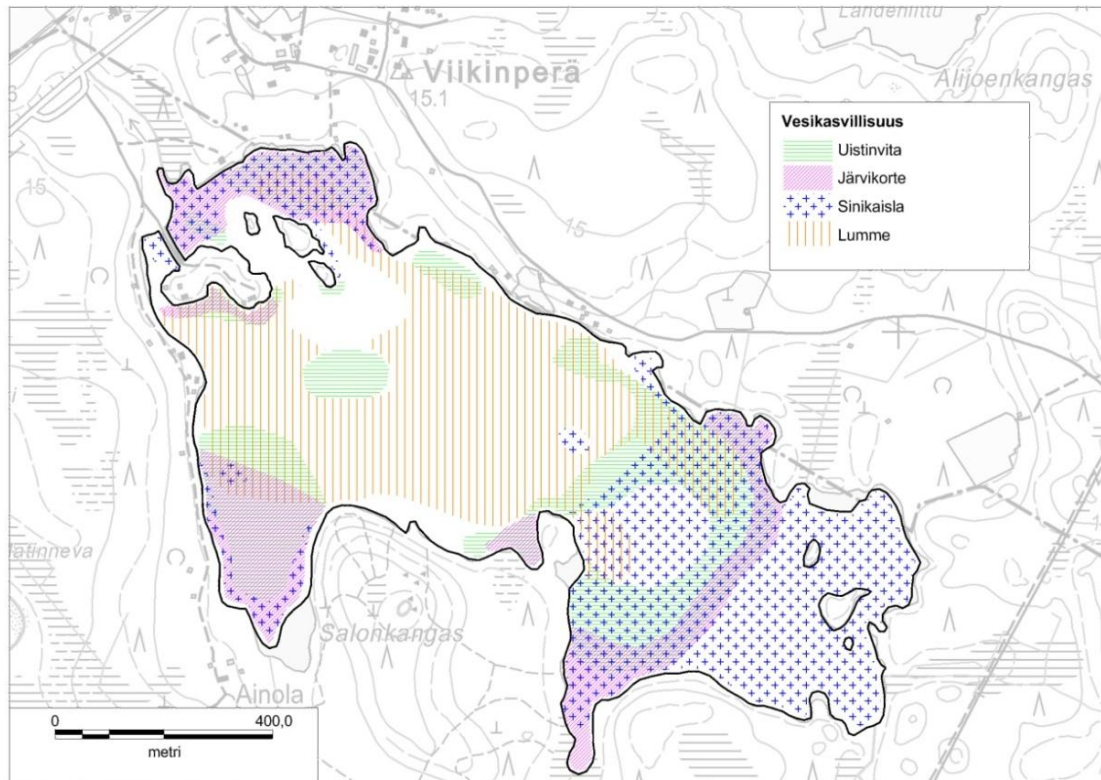
Biologisella hapenkulutuksella (BOD₇) arvioidaan luonnonvesien hapentarvetta. Määrittelyssä selvitetään happimäärä, joka kuluu näytteessä olevien orgaanisten aineiden biologiseen hajotukseen tietyssä ajassa vakio-olosuhteissa. Määrittelyssä pyritään jäljittelemään luonnon omia hajoamistapahtumia. BOD₇-arvo puhtaissa vesissä on alle 2 mg/l O₂. Arvon ollessa 5–15 mg/l O₂ vesistön tilanne alkaa häiriintyä, ja pitoisuudet, jotka ylittävät 20 mg/l O₂ ovat jätevesille tyypillisiä. (Pohjois-Pohjanmaan ELY 2011e.)

Keiskinjärven vesinäytteissä BOD₇-arvot olivat pääsääntöisesti alle tässä tutkimuksessa käytetyn analyysimenetelmän määritysrajan eli alle 3 mg/l O₂ (LIITE 1). Kesäkuussa 2012

mitattiin näytepisteestä 3 arvoksi 10 mg/l O₂. Mittauspiste sijaitsee järveen eteläpuolelta laskevan ojan varrella. Muissa samasta pisteestä otetuissa näytteissä touko-, heinä- ja elokuussa oli BOD₇-arvo alle määritysrajan.

6.6 Kasvillisuus

Keiskinjärvi on kauttaaltaan vesikasvillisuuden valtaama. Kuviossa 13 on suuntaa antava kartta kasvillisuuden levinneisyydestä ja valtakasvien vyöhykkeisyydestä. Kesällä 2012 tehtyjen vesinäytteenottojen yhteydessä havaittiin, että järvessä kasvaa pääasiassa neljää eri lajia sekä pienempiä määriä useita muita lajeja. Keiskinjärvessä kasvaa kelluslehtisistä kasveista lumme (*Nymphaea*) ja uistinvita (*Potamogeton natans*), joita esiintyy tiheään järven selällä ja reunoilla. Keiskijärven luoteisosassa, Luodonsaaren lähellä, kasvaa myös Ulpukkaa (*Nuphar lutea*). Järvestä löytyy runsaasti myös ilmaversoisia kasveja, kuten järviruoko (*Phragmites australis*), sinikaisla (*Schoenoplectus tabernaemontani*) ja järvikorte (*Equisetum fluviatile*). Näistä sinikaisla ja järvikorte ovat yleisimmät lajit.



KUVIO 13. Vesikasvillisuuden päävyöhykkeet

Kuviossa 14 on etualalla kelluslehtisiä kasveja (lumme ja uistinviita). Rantoja reunustavat järvikortekasvustot.



KUVIO 14. Havainnekuva Keiskinjärven kasvillisuudesta

6.7 Kalasto

Keiskinjärven ensimmäisessä koekalastuksessa saatiin kaloja yhteensä 163 kappaletta (LIITE 2). Niiden yhteispaino oli 16,05 kg. Lajeina olivat ahven (*Perca fluviatilis*), hauki (*Esox lucius*), särki (*Rutilus rutilus*) ja ruutana (*Carassius carassius*). Verkkoja oli käytössä kaksi kappaletta. Verkossa nro 1 oli kaloja yhteensä 70 kappaletta, ja niiden yhteispaino oli 7,15 kg. Ahvenia oli 39 kappaletta ja niiden osuus painosta oli 44 % ja määrästä 56 %. Särkiä oli 25 kappaletta, joiden osuus painosta oli 29 % ja määrästä 36 %. Ruutanoita oli 6 kappaletta, osuus painosta 27 % ja määrästä 8 %. Verkossa nro 2 kaloja oli 93 kappaletta. Ahvenia oli 71 kappaletta, ja niiden osuus painosta oli 65 % ja määrästä 76 %. Särkiä oli 16 kappaletta, osuus painosta oli 15 % ja määrästä 17 %. Ruutanoita oli 5 kappaletta, joiden osuus painosta oli 18 % ja määrästä 5 %. Haukia oli ainoastaan yksi kappale.

Ensimmäisen koekalastuksen painoltaan pienin kala oli 6 grammaa painava ahven verkossa 1 ja painavin kala oli 533 grammaa painava ruutana verkossa 1. Ensimmäisessä koekalastuksessa särkikalajien (särki ja ruutana) osuus oli 46,8 %. Toisessa koekalastuksessa oli

käytössä yksi verkko. Kaloja saatiin yhteensä 26 kappaletta, ja niiden yhteispaino oli 3,2 kg. Lajeja oli kolme: ahven, särki ja ruutana. Ahvenia oli 10 kappaletta, ja niiden osuus painosta oli 24 % ja määrästä 38 %. Särkiä oli 13 kappaletta, osuus painosta 32 % ja määrästä 50 %. Ruutanoita oli kolme kappaletta, joiden osuus painosta oli 44 % ja määrästä 12 %. Kappalemäärien perusteella toisessa koekalastuksessa särkikaloiden osuus oli 61,5 %. Liitteessä 2 löytyy molempien koekalastusten tulokset jaettuna verkkojen silmäkokojen mukaan sekä kaloiden keskimääräiset painot ja pituudet.

6.8 Linnusto

Keiskinjärvellä on tutkittu linnustoa konsulttitoimeksiantona vuonna 2011 Essnaturen toimesta. Laskenta suoritettiin 26.5. ja 10.6.2011 koko järven ja saarten alueelta. Laskennan perusteella Keiskinjärvi on melko monipuolinen lintujärvi, mutta parimäärä on alhainen. Lokkilinnut puuttuvat järven pesimälinnustosta. Pesivien lajien lisäksi järvellä oli havaittu kaksi uiveloaa (*Mergus albellus*), isokoskelo koiras (*Mergus merganser*) ja naurulokkeja (*Larus ridibundus*). (Kanckos 2011.) Keiskinjärvellä pesivät lajit ja parimäärät löytyvät taulukosta 8.

TAULUKKO 8. Keiskinjärven linnusto 2011 (Kanckos 2011)

Laji	Tieteellinen nimi	Parimäärä
Tukkasotka	<i>Aythya fuligula</i>	5
Tavi	<i>Anas crecca</i>	3
Telkkä	<i>Bucephala clangula</i>	3
Heinäisorsa	<i>Anas platyrhynchos</i>	3
Härkälintu	<i>Podiceps grisegena</i>	2
Rantasipi	<i>Actitis hypoleucos</i>	2
Haapana	<i>Anas penelope</i>	1
Laulujoutsen	<i>Cygnus cygnus</i>	1
Kalalokki	<i>Larus canus</i>	1
Metsäviklo	<i>Tringa erythropus</i>	1
Silkkiuikku	<i>Podiceps cristatus</i>	1

Linnustolaskennan yhteydessä selvitettiin myös Keiskinjärven alueen tärkeimmät pesimä-alueet. Alueet on merkitty karttaan (KUVIO 15) punaisella rajauksella.



KUVIO 15. Keiskinjärven tärkeimmät lintujen pesimäalueet (Kankos 2011)

6.9 Käyttöluokka

Virkistyskäyttöluokan määrittämistä varten laskettiin tutkittujen parametrien avulla uinnin- ja virkistyskalastuksen alaryhmät. Lisäksi määriteltiin pääryhmä (TAULUKKO 9). Keiskinjärvi kuuluu pääryhmään 1, eli järvi on luonnontilainen tai lähes luonnontilainen.

TAULUKKO 9. Veden pääryhmän määrittely (Vesi- ja ympäristöhallitus 1988, 16)

Pääryhmä 1	Vesialue luonnontilainen tai lähes luonnontilainen
Pääryhmä 2	Vesialueella esiintyy lieviä teollisuuden, taajama-asutuksen tms. toiminnan aiheuttamia vaikutuksia.
Pääryhmä 3	Jätevedet vaikuttavat voimakkaasti vesialueeseen.

Keiskinjärvestä otetuista vesinäytteistä ei analysoitu fekaalisia koliformisia bakteereja tai fekaalisia streptokokkeja, a-klorofylliä tai värilukua. Uinnin alaryhmien tulokset arvioitiin siis sameuden, kokonaisfosforin ja kiintoaineen perusteella (TAULUKKO 10). Kaikkien näiden tulosten osalta Keiskinjärvi kuuluu uinnin alaryhmään 4.

Uinnin alaryhmälle 1 ei ole erikseen annettu raja-arvoja, mutta sen on täytettävä alaryhmän 2 veden laadulliset vaatimukset, sekä analyysitulosten on oltava raja-arvoja parempia. (Vesi- ja ympäristöhallitus 1988, 17.)

TAULUKKO 10. Uinnin alaryhmämäärittely tutkituista parametreista (Vesi- ja ympäristöhallitus 1988, 17)

	Alaryhmä 2	Alaryhmä 4	Alaryhmä 6	Keiskinjärvi
Sameus (FTU)	< 1,5	1,5-10	> 10	6
Kokonaisfosfori (µg/l)	< 15	15-70	> 70	40
Kiintoaine (mg/l)	< 2,0	2-15	> 15	12

Virkistyskalastuksen alaryhmän määrittämiseksi vedestä on analysoitu happipitoisuus, pH ja rautapitoisuus. Värilukua, petokalojen elohopeapitoisuutta ja kalojen makuvirheitä ei ole tutkittu, joten ne kriteerit jäivät tulkinnan ulkopuolelle. Happipitoisuuden ja pH:n perusteella Keiskinjärvi kuuluu ryhmään 4 (TAULUKKO 11). Rautapitoisuus järvessä on niin korkea, että sen perusteella järvi on ryhmässä 6, mutta tulkinnassa tärkeimpiä tekijöitä ovat happi ja pH, joten niiden mukaan tulokseksi määräytyy virkistyskalastuksen alaryhmä 4. Sekä uinnin että virkistyskalastuksen alaryhmän 4 mukaan vesi on keskinkertaista ja soveltuu kohtalaisesti ko. virkistyskäyttöön.

TAULUKKO 11. Virkistyskalastuksen alaryhmämäärittely tutkituista parametreista (Vesi- ja ympäristöhallitus 1988, 17–18)

	Alaryhmä 2	Alaryhmä 4	Alaryhmä 6	Keiskinjärvi
Happipitoisuus (mg/l)	> 8	4-8	< 4	7
pH	6-8	5-8,5	ei rajoituksia	6
Rauta (µg/l)	< 600	600-2000	> 2000	5360

Virkistyskäyttöluku saadaan laskettua, kun pääryhmä ja uinnin sekä virkistyskalastuksen alaryhmät on määritetty. Virkistyskäyttöluku V lasketaan kaavalla

$$V = (3 \times P) + U + K \quad [3]$$

jossa P = pääryhmä
 U = uinnin alaryhmä
 K = virkistyskalastuksen alaryhmä

Keiskinjärven virkistyskäyttöluvuksi saatiin

$$(3 \times 1) + 4 + 4 = 11$$

virkistyskäyttöluokka III tyydyttävä (TAULUKKO 12). Suomen ympäristökeskus on Vesi- ja ympäristöhallituksen tekemien kriteerien pohjalta täydentänyt ja selkiyttänyt vedenlaatu- luokituksen kriteerien sanallisia kuvauksia (Suomen ympäristökeskus 2009).

TAULUKKO 12. Virkistyskäyttöluokan määrittely virkistyskäyttöluvun perusteella (Vesi- ja ympäristöhallitus 1988, 18)

Virkistyskäyttöluku	Virkistyskäyttöluokka	
5–6	I	erinomainen
7–10	II	hyvä
11–13	III	tyydyttävä
14–16	IV	välttävä
17–19	V	huono
20–21	VI	sopimaton

Tyydyttävää vedenlaatua kuvataan seuraavanlaisesti:

Vesialue on jätevesien, hajakuormituksen tai muun toiminnan lievästi rehevöittävä tai vedenlaatu on muuten muuttunut. Tähän luokkaan kuuluvat myös luonnostaan huomattavan rehevät tai erittäin humuspitoiset vedet. Levähaittoja voi esiintyä toistuvasti. Haitallisten aineiden pitoisuudet vedessä, pohja-aineksessa tai eliöstössä voivat olla hieman luonnontilaisista arvoista

kohonneet. Vesistö soveltuu yleensä tyydyttävästi useimpiin käyttömuotoihin. (Suomen ympäristökeskus 2009.)

8 POHDINTA JA PÄÄTELMÄT

Työn tavoitteena oli kerätä tietoa Keiskinjärven fysikaalis-kemiallisesta ja ekologisesta tilasta mahdollista kunnostussuunnitelmaa varten. Keiskinjärvestä otettiin vesinäytteitä, joista analysoitiin mm. rehevöitymiseen vaikuttavia tekijöitä, metallipitoisuuksia, happipitoisuutta, pH:ta ja sähkönjohtavuutta. Lisäksi tutkittiin ja kerättiin tietoa linnustosta, kalastosta ja kasvillisuudesta. Valuma-alueesta selvitettiin maankäyttöä sekä pistekuormittajat.

Veden teoreettinen viipymä Keiskinjärvestä on 129 vuorokautta. Vesi vaihtuu järvestä vuoden aikana noin kolme kertaa. Keiskinjärven itäosissa on järveen laskevia ojia, joista tulee rauta- ja humuspitoista vettä ja joissa on myös enemmän fosforia ja typpeä kuin järvestä otetuissa näytteissä. Valuma-alueen ojista otetuissa näytteissä myös metallipitoisuudet ovat suuremmat kuin järven näytepisteistä mitatut. Kuitenkaan metallipitoisuudet eivät rautaa lukuun ottamatta ylitä vertailuun käytettyjä raja-arvoja. Humuspitoisissa järvissä rautapitoisuus on yleisestikin selvästi korkeampi, koska rauta sitoutuu humusyhdisteisiin. Osaa tuloksista on verrattu valtioneuvoston asettamiin ympäristölaatuunormeihin ja niiltä osin kuin se ei ole ollut mahdollista, vertaukset on tehty talousveden pitoisuuksiin. Sinkki- ja kobolttipitoisuuksia verrattiin Perhojoesta otettuihin näytteisiin, koska varsinaisia raja-arvoja ei näille metalleille ole asetettu.

Keiskinjärven happipitoisuus oli kesän 2012 aikana suoritettujen mittausten perusteella alkukesästä hyvä, mutta laski kesän loppua kohti. Erityisesti valuma-alueen pienissä ojissa happipitoisuus laski välillä rajustikin, mutta myös vesimäärä oli tuolloin erittäin vähäinen. Särkikalat voivat tulla toimeen hyvinkin alhaisissa happipitoisuuksissa, mikä voi vaikuttaa Keiskinjärven kalalajien menestymiseen. Keskimääräinen happipitoisuus järvestä oli kuitenkin hyvä.

Koekalastusten perusteella Keiskinjärvestä on vähän petokaloja. Särkikalojen osuus on noin puolet kaikista kaloista. Hoitokalastus tai petokalojen istutus järveen voi jossain vaiheessa olla tarpeen, koska petokalojen vähäisyyden vuoksi särkikalojen määrä voi kasvaa niin suureksi, että se aiheuttaa sisäistä kuormitusta järveen.

Linnustotutkimuksen tuloksista päätellen parhaimmat lintujen pesintäpaikat ovat niitä alueita, jotka ovat rehevimmän kasvillisuuden peitossa. Mahdollisessa kunnostussuunnitelmassa tulee huomioida linnuston pesimäalueet. Kunnostuksen avulla voidaan myös oikealla suunnittelulla ja toteutuksella vielä parantaa linnuston pesimäolosuhteita Keiskinjärvellä, kuten esimerkiksi lisäämällä ruoppauksin vesikasvillisuuden ja avovesialueiden mosaikkia.

Keiskinjärven valuma-alueen ainoa pistekuormittaja on Kälviän vanha kaatopaikka, joka on suljettu ja poistettu käytöstä. Vesinäytteitä otettiin kaatopaikalta tulevasta ojasta sekä lisäksi kerättiin tietoa kaatopaikan velvoitetarkkailun tuloksista. Näiden tulosten mukaan Keiskinjärveen laskevan veden pH on alhaisempi kuin kaatopaikan tarkkailussa olevassa pisteessä. Kokonaistypen, kokonaisfosforin, kiintoaineen ja kromin pitoisuudet ovat samaa luokkaa kaatopaikan tarkkailutuloksissa ja kesällä 2012 otetuissa näytteissä. Ammoniumtyppeä on kaatopaikan tarkkailussa otetuissa tuloksissa hiukan enemmän kuin läheltä Keiskinjärveä otetuissa näytteissä. Veden rautapitoisuus on taas korkeampi lähellä Keiskinjärveä kuin Kälviän vanhan kaatopaikan tarkkailutuloksissa.

Kälviän vanhan kaatopaikan tarkkailutulosten perusteella Keiskinjärveen valuva vesi on happamampaa kuin kaatopaikan läheltä otetuissa näytteissä, mikä viittaisi siihen, että valuma-alueen veden pH laskee todennäköisimmin happamien sulfaattimaiden vuoksi. Järveen virtaaviin ojiin huuhtoutuu humus- ja rautapitoista vettä. Vertailutuloksia muualta valuma-alueelta on kuitenkin vain yhden vuoden ajalta, joten osa havaituista eroista voi mahtua normaalin vuosivaihtelun piiriin. Kälviän vanha kaatopaikka ei näiden tulosten perusteella näyttäisi merkittävästi vaikuttavan Keiskinjärven tilaan.

Kunnostussuunnitelmaan tehtäessä tulee huomioida valuma-alueen vedenlaatu. Järven itäosien runsasta kasvillisuutta ei kannattane ruopata, koska se sitoo ojista tulevia ravinteita ja pitää näin järven vedenlaadun parempana kuin jos vesi pääsisi suoraan laskemaan järveen. Keiskinjärven luoteisosassa sijaitsevaan Luodonsaareen menevän tien molemmilla puolilla kasvaa runsaasti erilaisia vesikasveja, mm. vesisammalta, ulpukkaa, lummetta ja uistinviitaa. Näitä kasveja ei voi poistaa niittämällä, vaan ne saadaan pysyvästi poistettua ainoastaan ruoppaamalla. Tällä hetkellä Luodonsaareen menevä tie katkaisee veden luonnollisen kierron saaren ympäri. Ruoppauksen yhteydessä olisi mahdollista lisätä tien alle esimerkiksi siltarumpuja ja kaivaa uomaa paremman veden kierron takaamiseksi. Keiskinjärven

luoteiskulmassa ei ole järveen laskevia ojia, joten siellä ei tarvita vesikasvillisuutta sitomaan tulevia ravinteita.

Mikäli ruoppauksen tarvetta halutaan selvittää tarkemmin, voidaan sedimenttinäytteiden avulla laskea sisäinen kuormitus ja siitä päätellä ruoppauksesta saatava hyöty järven vedenlaadulle. Tässä työssä ei Keiskinjärvestä otettu sedimenttinäytteitä, joten sisäistä kuormitusta ei ole määritelty. Ruoppauskustannusten laskemista varten tarvitaan arvio pohjasedimentin määrästä. Sedimentin paksuutta mitattaessa havaittiin, että sedimentti on mustaa ja liejuista. Näiden havaintojen perusteella imuruoppauksella saataisiin paras lopputulos sedimentin poistamisessa.

Keiskinjärven kunnostusta suunniteltaessa on ensisijaisesti huomioitava valuma-alueelta tuleva kuormitus. Keiskinjärvestä valuma-alueen kuormitus on kohtuullisen suuri, jonka vuoksi esimerkiksi kemiallinen käsittely ei sovellu kunnostusmenetelmäksi. Ensisijaisesti tulisikin keskittyä valuma-alueen kuormituksen vähentämiseen, jotta mahdollisilla muilla kunnostustoimenpiteillä saavutetaan haluttu hyöty.

Keiskinjärvestä selvitettiin sen virkistyskäyttöluokka vanhempien menetelmien mukaisesti, koska uudemman ekologisen tilan selvittämiseen ei ollut tarvittavia tietoja eikä sen katsottu olevan tässä tapauksessa tarpeellista. Virkistyskäyttöluokan määrittämiseen vaikutti veden sameus, kokonaisfosfori, kiintoaineen määrä, happipitoisuus, pH sekä rautapitoisuus. Näiden parametrien avulla määritettiin aluksi uinnin ja virkistyskalastuksen alaryhmät. Näiden alaryhmien sekä määritellyn pääryhmän perusteella laskettiin virkistyskäyttöluku, joka kertoo virkistyskäyttöluokan. Keiskinjärven virkistyskäyttöluokka on tyydyttävä, eli vesi on rehevää ja humuspitoista, ja se soveltuu tyydyttävästi useimpiin käyttömuotoihin.

Koska Keiskinjärvi on luonnostaan humuspitoinen ja matala järvi ja sen valuma-alueen maaperä on luonnostaan hapanta, ei Keiskinjärvestä koskaan saada täysin kirkasta ja karua. Oikeiden kunnostustoimenpiteiden avulla sen runsasta kasvillisuutta saadaan kuitenkin vähennettyä ja näin parannettua järven virkistyskäyttömahdollisuuksia.

LÄHTEET

Böhling, P. & Rahikainen, M. 1999. Kalataloustarkkailu – periaatteet ja menetelmät. Helsinki: Riista- ja kalatalouden tutkimuslaitos.

Geologian tutkimuskeskus. 2012. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.gtk.fi/tutkimus/tutkimusohjelmat/yhdyskuntarakentaminen/sulfaattimaat.html>. Luettu 15.12.2012.

Etelä-Pohjanmaan Vesitutkijat Oy. 2012. Perhojoen yhteistarkkailualueen kaatopaikkatarkkailut v. 2011. Ilmajoki.

Hirvonen, A. 2002. Vesikemia. Luentomoniste. Kuopion yliopisto. Ympäristötieteiden laitos.

Hämeen ELY. 2011. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=17448&lan=fi>. Luettu 14.11.2012.

Hämeen ELY. 2012a. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=7687&lan=fi>. Luettu 24.9.2012

Hämeen ELY. 2012b. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=17449&lan=fi>. Luettu 14.11.2012.

Hämeen ELY. 2012c. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=17452&lan=fi>. Luettu 24.9.2012.

Ilmatieteen laitos. 2012. Vuositilastot. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://ilmatieteenlaitos.fi/vuositolastot>. Luettu 17.9.2012.

Kaakkois-Suomen ympäristökeskus. 2008. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=5412&lan=fi#a1>. Luettu 22.10.2012.

Kanckos, M. 2011. Keiskinjärven linnusto. Sähköposti juhani.hannila@kokkola.fi 6.8.2012.

Kokkolan kaupunki. 2012a. Haja-asutusalueen jätevesien johtamisilmoitukset.

Kokkolan kaupunki. 2012b. Kartta-aineisto.

Korhonen, J. 2007. Suomen vesistöjen virtaaman ja vedenkorkeuden vaihtelut. Helsinki: Yliopistopaino. Saatavissa: <http://www.ymparisto.fi/download.asp?contentid=79918>. Luettu 14.9.2012.

Lappalainen, M. & Matinvesi, J. 1990. Järven fysikaalis-kemialliset prosessit ja ainetaseet. Julkaisussa: Ilmavirta, V. (toim.) Järvien kunnostuksen ja hoidon perusteet. Helsinki: Yliopistopaino.

OIVA – ympäristö- ja paikkatietopalvelu. 2012. Valtion ympäristöhallinnon virastot.

Perhojen yhteistarkkailu. 2006. Kaatopaikkatarkkailun vuosiyhteenveto v. 2006.

Pohjois-Pohjanmaan ELY. 2010. Www-dokumentti. Saatavissa:
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=145781>. Luettu 29.11.2012.

Pohjois-Pohjanmaan ELY. 2011a. Www-dokumentti. Saatavissa:
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=12875&lan=fi>. Luettu 5.10.2012.

Pohjois-Pohjanmaan ELY. 2011b. Www-dokumentti. Saatavissa:
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=387213&lan=FI>. Luettu 5.10.2012.

Pohjois-Pohjanmaan ELY. 2011c. Www-dokumentti. Saatavissa:
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=12518&lan=fi>. Luettu 14.11.2012.

Pohjois-Pohjanmaan ELY. 2011d. Www-dokumentti. Saatavissa:
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=12873&lan=fi>. Luettu 24.9.2012.

Pohjois-Pohjanmaan ELY. 2011e. Www-dokumentti. Saatavissa:
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=12884&lan=fi>. Luettu 8.10.2012.

Sarvilinna, A. & Sammalkorpi, I. 2010. Rehevöityneen järven kunnostus ja hoito. Sastamala: Vammalan kirjapaino Oy.

Suomen ympäristökeskus. 2009. Www-dokumentti. Saatavissa:
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=7555&lan=fi>. Luettu 15.11.2012.

Suomen ympäristökeskus. 2010. Www-dokumentti. Saatavissa:
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=352568&lan=FI>. Luettu 14.11.2012.

Suomen ympäristökeskus. 2011a. Www-dokumentti. Saatavissa:
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=27007&lan=fi>. Luettu 22.10.2012.

Suomen ympäristökeskus. 2012a. Www-dokumentti. Saatavissa:
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=413991&lan=FI#0>. Luettu 15.11.2012.

Suomen ympäristökeskus. 2012b. Www-dokumentti. Saatavissa:
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=26878&lan=fi>. Luettu 18.9.2012.

Ulvi, T. & Lakso, E. 2005. Järvien kunnostus. Helsinki: Edita Prima Oy.

Uusimäki, T. 2012. Haja-asutusalueen jätevesien johtamisilmoitukset 2010–2012 valuma-alueittain. Sähköposti toni.uusimaki@kokkola.fi 8.11.2012.

Valtioneuvoston asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista annetun valtioneuvoston asetuksen muuttamisesta 7.10.2010/868.

Vesi- ja ympäristöhallitus. 1988. Vesistöjen laadullisen käyttökelpoisuuden luokittaminen. Vesi- ja ympäristöhallituksen julkaisuja nro 20. Helsinki.

Vuori, K-M., Mitikka, S. & Vuoristo, H. (toim.). 2009. Ympäristöhallinnon ohjeita 3/2009. Pintavesien ekologisen tilan luokittelu. Helsinki: Suomen ympäristökeskus.

Ympäristöministeriö. 2011. Www-dokumentti. Saatavissa:
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=378696&lan=FI>. Luettu 22.10.2012.

Ympäristöministeriö. 2012a. Www-dokumentti. Saatavissa:
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=403572&lan=fi&clan=fi>. Luettu 22.10.2012.

Ympäristöministeriö. 2012b. Www-dokumentti. Saatavissa:
<http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=398853&lan=fi&clan=fi>. Luettu 22.10.2012.

Happi (mg/l)

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Kesäkuu	8,8	4,9	2,4	9,6	8,4	10	2,6
Heinäkuu	5,3	0,7	9,1	8,5	8,9	2,8	8,4
Elokuu	3,9	3,4	1,2	2,7	5,6	6,3	2,5
Keskiarvo	6	3,0	4,2	6,9	7,6	6,4	4,5

Kiintoaine (mg/l)

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Toukokuu	5,8	16	24	6	6,8	9,1	8,5
Kesäkuu	7,3	14	42	11	7,7	8,9	31
Heinäkuu	13	30	43	16	18	17	6,4
Elokuu	7,3	19	83	14	17	16	77
Keskiarvo	8,4	19,8	48	11,8	12,4	12,8	30,7

Sameus FNU

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Toukokuu	4,9	16	17	3,9	4,6	4,6	5,8
Kesäkuu	3,2	18	36	4,1	3,4	3,5	18
Heinäkuu	3,8	49	57	11	10	10	9,6
Elokuu	5,4	28	58	6,3	7	7,2	24
Keskiarvo	4,3	27,8	42	6,3	6,3	6,3	14,4

Sähkönjohtavuus(mS/m)

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Toukokuu	12,2	16,3	26,9	11,2	12,4	12,6	8,5
Kesäkuu	13,2	17,9	32,4	12,5	13,2	13,2	12,2
Heinäkuu	11,7	17,9	22,2	12,2	11,9	11,9	11,8
Elokuu	12,4	16	22,4	11,6	11,9	12,1	10,1
Keskiarvo	12,4	17,0	26,0	11,9	12,4	12,5	10,7

pH-arvo

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Toukokuu	6	5,6	5,4	5,8	5,2	5,9	5,7
Kesäkuu	6,2	5,8	5,5	6,1	6,2	6	5,5
Heinäkuu	6,2	5,7	5,3	6,5	6,4	6,6	5,9
Elokuu	6,4	5,8	5,3	6,4	6,5	6,4	5,8
Keskiarvo	6,2	5,7	5,4	6,2	6,1	6,2	5,7

Kok.N (µg/l)

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Toukokuu	1300	1400	3100	1300	1500	1400	1400
Kesäkuu	1000	1600	3700	1200	1100	1100	1900
Heinäkuu	1100	1800	3200	1200	1300	1200	1400
Elokuu	1600	1400	3800	1300	1100	1300	2400
Keskiarvo	1250	1550	3450	1250	1250	1250	1775

NH4-N (µg/l)

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Toukokuu	360	3	810	220	370	280	6
Kesäkuu	40	170	590	12	150	90	20
Heinäkuu	28	140	290	< 2	< 2	< 2	88
Elokuu	35	130	200	6	19	6	38
Keskiarvo	116	111	473	60	135	95	38

Kok.P (µg/l)

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Toukokuu	24	52	100	38	28	26	110
Kesäkuu	28	58	140	52	28	29	150
Heinäkuu	40	76	180	38	34	37	64
Elokuu	39	69	220	58	49	59	220
Keskiarvo	33	64	160	47	35	38	136

BOD7 ATU (mg/l)

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Toukokuu	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3	< 3
Kesäkuu	< 3	< 3	10	4	< 3	4	< 3
Heinäkuu	< 3	< 3	< 3	4	< 3	3	< 3
Elokuu	< 3	< 3	< 3	5	< 3	4	< 3
Keskiarvo	< 3	< 3	4	3,75	< 3	3,25	< 3

Alumiini (µg/l)

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Toukokuu	600	880	1600	580	660	810	1300
Kesäkuu	410	640	1800	430	440	460	970
Heinäkuu	460	1000	1600	540	580	580	630
Elokuu	520	790	2200	470	530	560	1600
Keskiarvo	498	828	1800	505	553	603	1125

Arseeni (µg/l)

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Toukokuu	0,45	0,73	1,4	0,5	0,47	0,44	1,4
Kesäkuu	0,44	0,74	1,9	0,47	0,45	0,47	0,92
Heinäkuu	0,53	1,2	2,4	0,62	0,63	0,61	0,86
Elokuu	0,65	0,87	2,7	0,63	0,65	0,67	1,5
Keskiarvo	0,52	0,89	2,1	0,56	0,55	0,55	1,17

Kadmium (µg/l)

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Toukokuu	0,03	0,07	0,11	0,03	0,04	0,05	0,08
Kesäkuu	0,03	0,11	0,09	0,03	0,03	0,03	0,1
Heinäkuu	0,01	0,14	0,22	0,02	0,02	0,04	0,05
Elokuu	0,06	0,03	0,06	< 0,01	0,02	0,01	0,11
Keskiarvo	0,03	0,09	0,12	0,02	0,03	0,03	0,09

Kalsium (µg/l)

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Toukokuu	9	13	29	8,1	9	9,1	7,2
Kesäkuu	8,7	11	34	8,6	9,2	8,8	7,1
Heinäkuu	9,5	14	22	10	10	10	8,6
Elokuu	9,4	11	24	9,5	9,6	9,8	7,7
Keskiarvo	9,2	12	27	9,1	9,5	9,4	7,7

Koboltti (µg/l)

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Toukokuu	2,4	4,4	7,5	1,9	3,2	3,8	4,1
Kesäkuu	1,1	3,4	7,3	1,4	1,9	1,9	3,1
Heinäkuu	0,64	4,2	6,1	1,3	1,4	1,4	2,8
Elokuu	0,73	2,3	5,7	0,96	1,2	1	3,3
Keskiarvo	1,22	3,6	6,7	1,4	1,9	2,0	3,3

Kokonaisriikki (mg/l)

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Toukokuu	13	20	20	11	13	14	6,5
Kesäkuu	13	18	19	13	13	13	11
Heinäkuu	10	17	12	11	11	11	9,7
Elokuu	7,7	16	10	7,4	8,1	8,6	6,4
Keskiarvo	10,9	18	15	10,6	11,3	11,7	8,4

Kromi (µg/l)

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Toukokuu	1,1	1,6	2,9	1,3	1,2	1,2	4,6
Kesäkuu	1	1,5	4	1,1	1,1	1,2	3,3
Heinäkuu	1	1,8	3,1	1,1	1,2	1,2	1,6
Elokuu	1,5	2	4,8	1,4	1,4	1,5	5,6
Keskiarvo	1,2	1,7	3,7	1,2	1,2	1,3	3,8

Kupari (µg/l)

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Toukokuu	2,2	2,5	5,3	2,7	6,1	2,9	14
Kesäkuu	2,2	4,1	5,2	2,1	4,2	2	16
Heinäkuu	1,6	3,5	7	2,1	6,3	2,3	14
Elokuu	4,7	2,4	3,8	1,2	7,2	1,4	18
Keskiarvo	2,7	3,1	5,3	2	6	2,2	16

Lyijy (µg/l)

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Toukokuu	0,24	0,13	0,71	0,24	0,34	0,18	0,69
Kesäkuu	0,27	0,26	1,5	0,27	0,32	0,24	0,4
Heinäkuu	0,55	0,26	1,2	0,58	0,82	0,67	0,32
Elokuu	0,88	0,45	2	0,57	0,95	0,62	1,1
Keskiarvo	0,49	0,28	1,4	0,42	0,61	0,43	0,63

Nikkeli (µg/l)

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Toukokuu	6,9	8,9	18	7	11	8,7	15
Kesäkuu	6,2	8,7	21	6,5	8,5	6,8	16
Heinäkuu	4,6	10	17	5,8	12	5,8	10
Elokuu	5,3	6	16	3,8	9,9	4,2	14
Keskiarvo	5,8	8,4	18	5,8	10,4	6,4	14

Rauta (µg/l)

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Toukokuu	4100	7300	11000	3700	4000	3600	7000
Kesäkuu	2500	7500	17000	2500	2600	2900	6900
Heinäkuu	4900	14000	22000	6800	7600	7200	4800
Elokuu	7100	10000	30000	7100	8200	8100	9300
Keskiarvo	4650	9700	20000	5025	5600	5450	7000

Sinkki (µg/l)

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
Toukokuu	12	16	28	12	44	17	11
Kesäkuu	15	20	25	12	28	11	17
Heinäkuu	4	16	22	7	39	9	6
Elokuu	40	13	18	6	48	6	14
Keskiarvo	18	16	23	9	40	11	12

Keiskinjärven koekalastusten tulokset

TAULUKKO 1. Keiskinjärven 1. koekalastus, verkko 1

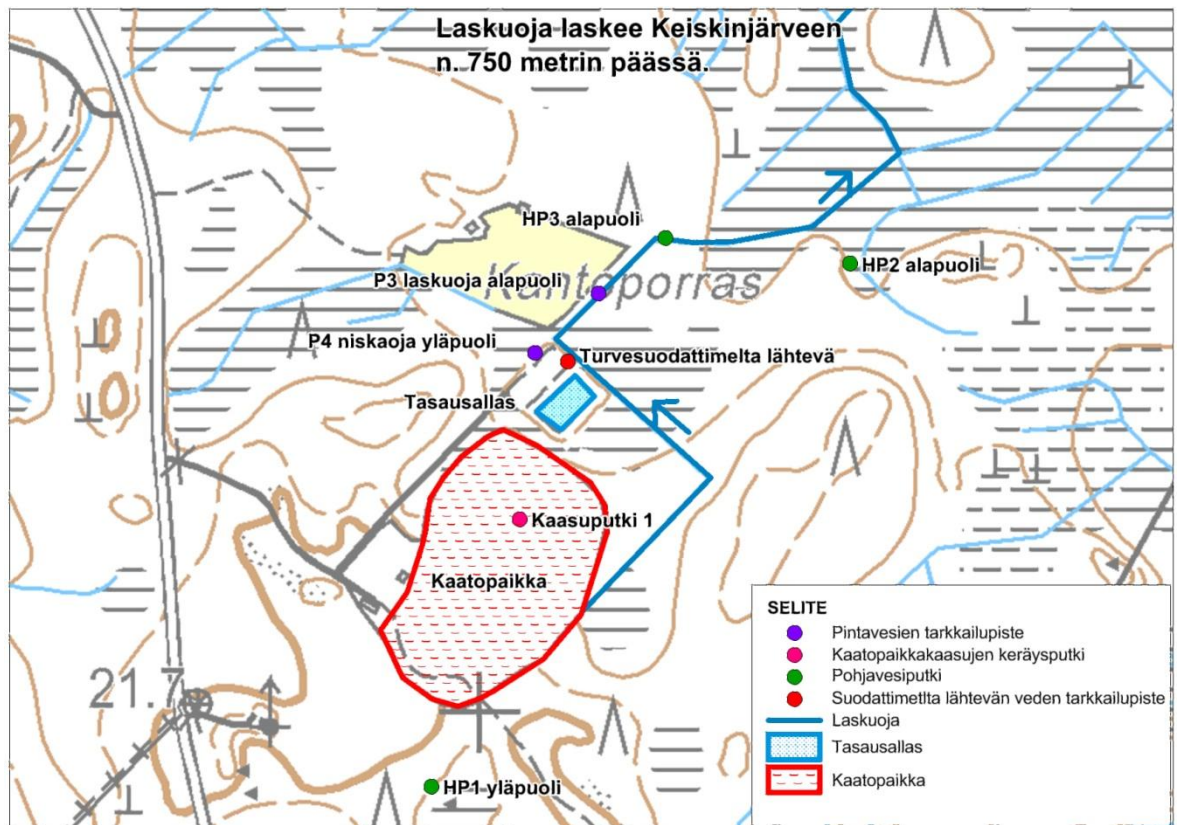
Lajit:	Ahven	Särki	Ruutana
Silmäkoko 33, kpl			1
cm (ka)			21,2
g (ka)			237
Silmäkoko 38, kpl		2	
cm (ka)		26,8	
g (ka)		213,5	
Silmäkoko 40, kpl			
cm (ka)			
g (ka)			
Silmäkoko 45, kpl			1
cm (ka)			22
g (ka)			239
Silmäkoko 50, kpl			1
cm (ka)			21,5
g (ka)			222
Silmäkoko 33, kpl	1		
cm (ka)	27,4		
g (ka)	227		
Silmäkoko 38, kpl			1
cm (ka)			25,5
g (ka)			467
Silmäkoko 40, kpl			1
cm (ka)			27
g (ka)			533
Silmäkoko 45, kpl			1
cm (ka)			22,1
g (ka)			269
Silmäkoko 50, kpl			
cm (ka)			
g (ka)			
Silmäkoko 15, kpl	6	3	
cm (ka)	16,8	18,6	
g (ka)	58,3	64	
Silmäkoko 18, kpl	10	8	
cm (ka)	18,8	19,4	
g (ka)	74,4	69,9	
Silmäkoko 21, kpl	4	4	
cm (ka)	24,0	20,7	
g (ka)	165,3	90,8	
Silmäkoko 25, kpl	8	2	
cm (ka)	20,3	21,4	
g (ka)	90,8	106	
Silmäkoko 10, kpl	3	1	
cm (ka)	8,6	11	
g (ka)	7	14	
Silmäkoko 18, kpl	7	5	
cm (ka)	16,7	18,3	
g (ka)	77	62	
Yhteensä (kpl):	39	25	6

TAULUKKO 2. Keiskinjärven 1. koekalastus, verkko 2

Lajit:	Ahven	Hauki	Särki	Ruutana
Silmäkoko 33, kpl	1		2	1
cm (ka)	24,4		24,7	23,3
g (ka)	171		173,5	350
Silmäkoko 38, kpl	2	1		
cm (ka)	23,6	35		
g (ka)	158	216		
Silmäkoko 40, kpl	1			1
cm (ka)	25,5			22,1
g (ka)	176			263
Silmäkoko 45, kpl				2
cm (ka)				23,5
g (ka)				297
Silmäkoko 50, kpl				
cm (ka)				
g (ka)				
Silmäkoko 25, kpl	20		1	1
cm (ka)	19,9		21,6	24,5
g (ka)	104,2		110	352
Silmäkoko 21, kpl	25		12	
cm (ka)	18,5		19,4	
g (ka)	73,5		73,9	
Silmäkoko 18, kpl	18			
cm (ka)	17,2			
g (ka)	61,7			
Silmäkoko 15, kpl	1		1	
cm (ka)	12,2		12,9	
g (ka)	18		21	
Silmäkoko 12, kpl	3			
cm (ka)	10,7			
g (ka)	14			
Silmäkoko 10, kpl				
cm (ka)				
g (ka)				
Yhteensä (kpl):	71	1	16	5

TAULUKKO 3. Keiskinjärven 2. koekalastus

	Ahven	Särki	Ruutana
Silmäkoko 33, kpl			
cm (ka)			
g (ka)			
Silmäkoko 38, kpl			
cm (ka)			
g (ka)			
Silmäkoko 40, kpl			
cm (ka)			
g (ka)			
Silmäkoko 45, kpl			1
cm (ka)			23,2
g (ka)			338
Silmäkoko 50, kpl			1
cm (ka)			28,5
g (ka)			661
Silmäkoko 33, kpl		2	1
cm (ka)		23	25
g (ka)			413
Silmäkoko 10, kpl			
cm (ka)			
g (ka)			
Silmäkoko 12, kpl	1		
cm (ka)	11,9		
g (ka)	19		
Silmäkoko 15, kpl	1		
cm (ka)	19,2		
g (ka)	81		
Silmäkoko 18, kpl		1	
cm (ka)		17,8	
g (ka)		68	
Silmäkoko 21, kpl	6	8	
cm (ka)	18,4	18,0	
g (ka)	81,5	56,75	
Silmäkoko 38, kpl	2	2	
cm (ka)	15,7	21,2	
g (ka)	84	101,5	
Silmäkoko 50, kpl			
cm (ka)			
g (ka)			
Silmäkoko 45, kpl			
cm (ka)			
g (ka)			
Silmäkoko 40, kpl			
cm (ka)			
g (ka)			
Silmäkoko 38, kpl			
cm (ka)			
g (ka)			
Yhteensä (kpl)	10	13	3



KUVIO 1. Kälviän kaatopaikan havaintoasemien sijainti (Etelä-Pohjanmaan Vesitutkijat Oy 2012)